

Docket No.: 61355-046

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Shunsuke HIJIKATA	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: September 8, 2003	:	Examiner:
	:	
For: DRIVING ASSIST SYSTEM FOR VEHICLE	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

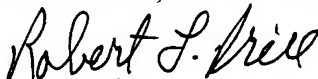
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

**Japanese Patent Application No. JP2002-271144, filed on September 18, 2002.**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Robert L. Price  
Registration No. 22,685

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 RLP:gav  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: September 8, 2003**

61355-046

Shunsuke, HIJKATA

September 8, 2003

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-271144

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-271144 ]

出 願 人

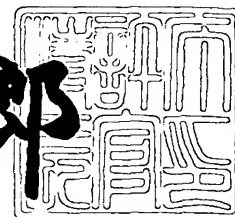
Applicant(s):

日産自動車株式会社

2003年 6月 3日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043141

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-00971

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60K 28/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社  
社内

【氏名】 土方 俊介

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100084412

【弁理士】

【氏名又は名称】 永井 冬紀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004732

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用運転操作補助装置、車両用運転操作補助方法、およびその方法を適用した車両

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両状態および車両周囲の走行環境を検出する走行状況認識手段と、  
前記走行状況認識手段の検出結果に基づいて自車両周囲のリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、

前記リスクポテンシャル算出手段によって算出されるリスクポテンシャルに基づいて、車両操作機器の反力特性を調整する反力調整手段と、

運転者による前記車両操作機器の操作に影響を与える外乱を検出する外乱検出手段と、

前記外乱検出手段の検出結果に基づいて、前記反力調整手段で調整する前記車両操作機器の反力特性を補正する反力補正手段とを有することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記反力調整手段は、前記車両操作機器の反力特性として、アクセルペダルあるいは操舵装置の反力特性を調整することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記反力調整手段は、前記車両操作機器の反力特性として、アクセルペダルの反力特性を調整し、

前記外乱検出手段は、前記外乱として自車線の傾斜状態を検出し、

前記反力補正手段は、前記外乱検出手段によって検出される前記自車線の傾斜状態に応じて、前記アクセルペダルの反力特性を補正することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 4】

- ・ 請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、  
前記反力調整手段は、前記車両操作機器として、操舵装置の反力特性を調整し、  
前記外乱検出手段は、前記外乱として自車線のカーブの方向および前記リスクポテンシャルの発生する方向を検出し、  
前記反力補正手段は、前記外乱検出手段によって検出される前記自車線のカーブの方向、および自車両に対する前記リスクポテンシャルの方向に応じて、前記操舵装置の反力特性を補正することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 5】

- 請求項 3 に記載の車両用運転操作補助装置において、  
前記反力調整手段は、前記リスクポテンシャルに応じて前記アクセルペダルの反力調整量を算出し、この反力調整量を付加することにより、前記アクセルペダル反力特性を調整し、  
前記反力補正手段は、前記自車線が上り坂の場合に、前記反力調整手段によって算出される反力調整量が小さくなるように補正し、前記自車線が下り坂の場合には、前記反力調整手段によって算出される反力調整量が大きくなるように補正することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 6】

- 請求項 4 に記載の車両用運転操作補助装置において、  
前記反力調整手段は、前記リスクポテンシャルに基づいて前記操舵装置の反力調整量を算出し、この調整量を付加することにより、前記操舵装置の反力特性を調整し、  
前記反力補正手段は、前記カーブの方向および前記リスクポテンシャルの方向が同じ場合には、前記反力調整手段によって算出される反力調整量を変化させず、前記カーブの方向および前記リスクポテンシャルの方向が異なる場合には、前記反力調整手段によって算出される反力調整量を補正することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 7】

- 請求項 6 に記載の車両用運転操作補助装置において、



前記反力補正手段は、前記カーブの方向および前記リスクポテンシャルの方向が同じ場合には、前記カーブの方向と同じ操舵方向およびその逆方向に前記反力調整量を付加し、前記カーブの方向および前記リスクポテンシャルの方向が異なる場合には、前記カーブの方向と同じ操舵方向に前記反力調整量を付加し、前記操舵方向の逆方向に前記反力調整量を補正して付加することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記反力補正手段は、前記カーブの方向および前記リスクポテンシャルの方向が同じ場合には、前記カーブの方向と同じ操舵方向およびその逆方向に前記反力調整量を付加し、前記カーブの方向および前記リスクポテンシャルの方向が異なる場合には、前記カーブの方向と同じ操舵方向には前記反力調整量を付加せず、前記操舵方向の逆方向に前記反力調整量を補正して付加することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記反力補正手段は、前記カーブの方向および前記リスクポテンシャルの方向が同じ場合には、前記カーブの方向と同じ操舵方向およびその逆方向に前記反力調整量を付加して前記反力特性の傾きを変更し、前記カーブの方向および前記リスクポテンシャルの方向が異なる場合には、前記カーブの方向と同じ操舵方向の前記反力特性の傾きは変化させず、前記操舵方向の逆方向に前記反力調整量を補正して付加し、前記反力特性の傾きを変更することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 10】

請求項 7 から請求項 9 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、

前記反力補正手段は、前記リスクポテンシャル、および前記操舵装置の操舵角度に基づいて、前記反力調整量を補正することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記外乱検出手段は、前記外乱として、前記車両操作機器に発生する反力から受ける運転者の感覚を検出することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記車両操作機器は、アクセルペダルであり、

前記外乱検出手段は、前記アクセルペダルの踏み込み状態を検出し、前記アクセルペダルの踏み込み量が増加する場合は、運転者の感覚が鋭敏であり、前記踏み込み量が減少する場合は、運転者の感覚が鈍いと判断することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記外乱検出手段は、前記踏み込み状態を、自車両の走行抵抗から予測することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 4】

車両状態および車両周囲の走行環境を検出し、

検出した車両状態および車両周囲の走行環境に基づいて自車両周囲のリスクポテンシャルを算出し、

算出したリスクポテンシャルに基づいて車両操作機器の反力特性を調整し、

運転者による前記車両操作機器の操作に影響を与える外乱を検出し、

検出した外乱に基づいて、前記リスクポテンシャルに基づいて調整する前記車両操作機器の反力特性を補正することを特徴とする車両用運転操作補助方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の運転操作補助方法を適用することを特徴とする車両。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、運転者の操作を補助する車両用運転操作補助装置に関する。

【0 0 0 2】

・ 【従来の技術】

従来の車両用運転操作補助装置は、車両周囲の状況（障害物）を検出し、その時点における潜在的リスク度を求めている（例えば、特許文献 1 参照）。この車両用運転操作補助装置は、算出したリスクポテンシャルに基づいて操舵補助トルクを制御することにより、不慮の事態に至ろうとする操舵操作を抑制する。

本願発明に関連する先行技術文献としては次のものがある。

【特許文献 1】

特開平 1 0 - 2 1 1 8 8 6 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 0 - 1 6 6 8 8 9 号公報

【特許文献 3】

特開平 1 0 - 1 6 6 8 9 0 号公報

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、運転者が操舵反力から受ける感覚は運転者の状態によって異なるため、自車両と障害物との相対運動状態からリスクポテンシャルを算出し、操舵トルクを制御する場合には、運転者の感覚に沿ったリスクポテンシャルの伝達を行うことが困難であるという問題があった。

【0 0 0 4】

【課題を解決するための手段】

本発明による車両用運転操作補助装置は、車両状態および車両周囲の走行環境を検出する走行状況認識手段と、走行状況認識手段の検出結果に基づいて自車両周囲のリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段と、リスクポテンシャル算出手段によって算出されるリスクポテンシャルに基づいて、車両操作機器の反力特性を調整する反力調整手段と、運転者による車両操作機器の操作に影響を与える外乱を検出する外乱検出手段と、外乱検出手段の検出結果に基づいて、反力調整手段で調整する車両操作機器の反力特性を補正する反力補正手段とを有する。

【0 0 0 5】

## ・ 【発明の効果】

自車両の車両状態および車両周囲の走行環境に基づいて自車両周囲のリスクポテンシャルR Pを算出し、リスクポテンシャルR Pに基づいて車両操作機器の反力特性を調整した。このとき、運転者による車両操作機器の操作に影響を与える外乱を検出し、外乱に基づいて反力特性を補正するので、運転者の感覚にそってリスクポテンシャルR Pを正確に知らせ、運転者の操作を補助することができる。

## 【 0 0 0 6 】

## 【発明の実施の形態】

## 《第 1 の実施の形態》

本発明の第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、図面を用いて説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 の構成を示すシステム図であり、図 2 は、車両用運転操作補助装置 1 を搭載した車両の構成図である。

## 【 0 0 0 7 】

まず、車両用運転操作補助装置 1 の構成を説明する。レーザレーダ 1 0 は、車両の前方グリル部もしくはバンパ部等に取り付けられ、水平方向に赤外光パルスを送査する。レーザレーダ 1 0 は、自車両の前方にある複数の反射物（通常、前方車の後端）で反射された赤外光パルスの反射波を計測し、反射波の到達時間より、前方車までの車間距離と相対速度を検出する。検出した車間距離および相対速度はコントローラ 3 0 へ出力される。レーザレーダ 1 0 によりスキャンされる前方の領域は、自車正面に対して± 6 deg程度であり、この範囲内に存在する障害物が検出される。車速センサ 2 0 は、車輪の回転数等から自車両の走行車速を検出し、検出した自車速をコントローラ 3 0 に出力する。

## 【 0 0 0 8 】

コントローラ 3 0 は、CPUと、ROMおよびRAM等のCPU周辺部品とから構成されており、CPUのソフトウェア形態により、リスクポテンシャル算出部 3 0 A、反力算出／補正部 3 0 B、アクセルペダル反力制御部 3 0 Cおよび走行抵抗検知部 3 0 Dを構成している。

## 【 0 0 0 9 】

リスクポテンシャル算出部 3 0 A は、レーザレーダ 1 0 および車速センサ 2 0 から入力される信号に基づいて、自車両の走行状態および周囲環境によるリスクポテンシャル R P を算出する。リスクポテンシャル算出部 3 0 で算出されたリスクポテンシャル R P は、反力算出／補正部 3 0 B へ出力される。

## 【 0 0 1 0 】

アクセルペダル 7 0 には、リンク機構を介してサーボモータ 6 0 およびアクセルペダルストロークセンサ 6 1 が接続されている。アクセルペダルストロークセンサ 6 1 は、リンク機構を介してサーボモータ 6 0 の回転角に変換されたアクセルペダル 7 0 のストローク量 S を検出する。アクセルペダルストロークセンサ 6 1 は、検出したストローク量 S をコントローラ 3 0 へ出力する。

## 【 0 0 1 1 】

アクセルペダル反力制御部 3 0 C は、反力算出／補正部 3 0 B からの信号に応じて、アクセルペダル 7 0 に発生させるアクセルペダル反力 F を算出する。そして、アクセルペダル反力制御部 3 0 C は、算出したアクセルペダル反力 F を実現するように、サーボモータ 6 0 で発生させるトルクと回転角とを制御し、アクセルペダル 7 0 に発生する操作反力を任意に制御する。なお、アクセルペダル反力制御を行わない場合の、通常のアクセルペダル反力特性は、例えば、ストローク量 S が大きくなるほどアクセルペダル反力 F がリニアに大きくなるよう設定されている。通常のアクセルペダル反力特性は、例えばアクセルペダル 7 0 の回転中心に設けられたねじりバネ（不図示）のバネ力によって実現することができる。

## 【 0 0 1 2 】

走行抵抗検知部 3 0 D は、車速センサ 2 0 から入力される自車速、アクセルペダルストロークセンサ 6 1 から入力されるストローク量 S、およびシフトポジションセンサ 8 0 から入力されるシフトポジションの信号に基づいて、自車両の走行抵抗 R L を算出する。走行抵抗検知部 3 0 D で算出した走行抵抗 R L は、反力算出／補正部 3 0 B へ出力される。

## 【 0 0 1 3 】

反力算出／補正部 3 0 B は、リスクポテンシャル算出部 3 0 A で算出されるリ

・ スクポテンシャル  $R_P$  に基づいてアクセルペダル 70 に発生させるペダル反力  $F$  の反力増加量  $\Delta F$  を算出するとともに、走行抵抗検知部 80 で算出される走行抵抗  $R_L$  に基づいて反力増加量  $\Delta F$  を補正する。なお、走行抵抗  $R_L$  は、運転者がペダル反力  $F$  から受ける感覚を判定するための判定基準として用いる。アクセルペダル反力制御については、後述する。

## 【 0 0 1 4 】

次に、第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 の動作を説明する。

リスクポテンシャル算出部 30A は、自車速  $V_f$ 、先行車速  $V_a$ 、相対車速  $V_r$ 、および自車両と先行車両との相対距離  $D$  に基づいて、先行車に対する余裕時間  $TTC$  (Time To Collision) と、車間時間  $THW$  とを算出する。余裕時間  $TTC$  と、車間時間  $THW$  は、以下の (式 1)、(式 2) を用いて算出することができる。なお、相対車速  $V_r = V_f - V_a$  である。

## 【数 1】

$$TTC = D / V_r \quad (\text{式 1})$$

## 【数 2】

$$THW = D / V_f \quad (\text{式 2})$$

## 【 0 0 1 5 】

余裕時間  $TTC$  は、先行車に対する現在の自車両の接近度合を示す物理量であり、現在の走行状況が継続した場合、つまり相対車速  $V_r$  が一定の場合に、何秒後に自車両と先行車が接触するかを示す値である。車間時間  $THW$  は、自車両が先行車に追従走行している場合に、将来予測される余裕時間  $TTC$  への影響度合を示す値である。なお、自車両が先行車に追従する場合、自車速  $V_f =$  先行車速  $V_a$  であるので、車間時間  $THW$  を算出する際に、自車速  $V_f$  の代わりに先行車速  $V_a$  を用いることもできる。

## 【 0 0 1 6 】

リスクポテンシャル算出部 30A は、余裕時間  $TTC$  と車間時間  $THW$  とに基づいて、自車両のリスクポテンシャル  $R_P$  を算出する。リスクポテンシャル  $R_P$  は、余裕時間の逆数  $1 / TTC$  と、車間時間の逆数  $1 / THW$  とを用いて、以下の (式 3) で表される。

## 【数 3】

$$R P = a / T H W + b / T T C \quad (式 3)$$

ここで、 $a$ 、 $b$  は、定数であり、例えば  $a = 1$ ， $b = 8$  に設定する。

## 【0 0 1 7】

走行抵抗検知部 3 0 D は、自車速  $V f$  に基づいて自車両の現在の加速度  $a c$  を算出し、自車両に実際に発生するトルク（実発生トルク） $T r$  を算出する。実発生トルク  $T r$  は、例えば、輪荷重  $W f$  およびタイヤ半径  $R t$  を用いて、以下の（式 4）により算出する。

## 【数 4】

$$T r = a c \cdot W f \cdot R t \quad (式 4)$$

## 【0 0 1 8】

また、走行抵抗検知部 3 0 D は、ストローク量  $S$  およびシフトポジションに基づいて、自車両に発生させようとしているトルクの指令値（指令値トルク） $T c$  を算出する。指令値トルク  $T c$  は、予めストローク量  $S$  とシフトポジションに関するマップとして設定しておく。走行抵抗検知部 8 0 は、実発生トルク  $T r$  と指令値トルク  $T c$  との差を取ることで、自車両の走行抵抗  $R L$  を算出する。走行抵抗  $R L$  は、以下の（式 5）で表される。

## 【数 5】

$$R L = T c - T r \quad (式 5)$$

## 【0 0 1 9】

このように走行抵抗  $R L$  を算出することにより、運転者の感覚に影響を与え、運転者による車両操作機器の操作に影響を与える外乱を検出することができる。運転者の感覚に影響を与える外乱は、例えばペダルの踏み込み状態であり、ここでは、ペダルの踏み込み状態を走行抵抗  $R L$  から予測する。

## 【0 0 2 0】

運転者がペダル反力  $F$  から受ける感覚は、アクセルペダル 7 0 の踏み込み状態によって変化する。運転者がアクセルペダル 7 0 を積極的に踏み込む場合、運転者の感覚は能動的で、ペダル反力  $F$  の変化に敏感になる。一方、アクセルペダル 7 0 の踏み込みを保持する場合は、運転者の感覚は受動的となり、敏感ではなく

なる。さらに、運転者がアクセルペダル 70 を戻している場合、運転者の感覚は鈍くなり、ペダル反力  $F$  の変化を感じ難くなる。

## 【 0 0 2 1 】

図 3 に、アクセルペダル 70 の反力増加量  $\Delta F$  と、運転者がペダル反力  $F$  から受ける感覚との関係の一例を示す。図 3 に示すように、反力増加量  $\Delta F$  が同じ値  $\Delta F_1$  の場合、運転者はアクセルペダル 70 を踏み込むときに、アクセルペダル 70 を保持するとき、および戻すときに比べてペダル反力  $F$  を大きく感じている。すなわちペダル反力  $F$  に対する運転者の感覚は、アクセルペダル 70 を戻す場合よりも保持する場合、さらに、アクセルペダル 70 を保持する場合よりも踏み込む場合の方が、鋭敏になっている。

## 【 0 0 2 2 】

そこで、本発明の第 1 の実施の形態においては、運転者の感覚に沿ったアクセルペダル反力制御を行うために、アクセルペダル 70 の踏み込み状態に応じてペダル反力  $F$  に付加する反力増加量  $\Delta F$  を補正する。ここでは、上述したように、アクセルペダル 70 の踏み込み状態を予測するために走行抵抗  $R_L$  を用いる。

## 【 0 0 2 3 】

図 4 (a) に、走行抵抗  $R_L$  と、アクセルペダル 70 の踏み込み状態毎の出現頻度との関係の一例を示す。図 4 (b) ~ (d) は、走行抵抗  $R_L$  に応じたアクセルペダル反力制御の概要を示す図であり、直線  $F_{ini}$  はストローク量  $S$  に応じてペダル反力  $F$  が変化する通常のアクセルペダル反力特性を示している。図 4 (a) に示すように、指令値トルク  $T_c$  よりも実発生トルク  $T_r$  が小さく、走行抵抗が大きくなるほど、運転者はアクセルペダル 70 を踏み込む傾向にある。一方、指令値トルク  $T_c$  よりも実発生トルク  $T_r$  が大きく、走行抵抗が小さくなるほど、運転者はアクセルペダル 70 を戻す傾向にある。また、指令値トルク  $T_c$  と実発生トルク  $T_r$  がほぼ同じ場合、運転者はアクセルペダル 70 を保持する傾向にある。

## 【 0 0 2 4 】

すなわち、走行抵抗  $R_L$  が大きい場合は、ペダル反力  $F$  から受ける運転者の感覚は鋭敏となり、走行抵抗  $R_L$  が小さい場合は、ペダル反力  $F$  から受ける運転者

・の感覚が鈍くなると予測することができる。ここで、走行抵抗  $R_L$  が大きいと判断するしきい値を  $R_{La}$ 、走行抵抗  $R_L$  が小さいと判断するしきい値を  $R_{Lb}$  とし、予め適切な値を設定しておく。走行抵抗  $R_L$  が  $R_{Lb} \leq R_L \leq R_{La}$  の場合、走行抵抗が中程度であるとする。

## 【0025】

なお、走行抵抗  $R_L$  が大きい場合は、例えば自車両が上り坂を走行している場合であり、走行抵抗  $R_L$  が小さい場合は、例えば下り坂を走行している場合である。また、走行抵抗  $R_L$  が中程度の場合は、例えば自車両が平坦な道路を走行している場合である。そこで、上り坂および下り坂等の道路形状を、運転者による操作に影響を与える外乱とすることができる。なお、この外乱は、運転者の運転操作、ここではアクセルペダル 70 の踏み込み操作に影響を与え、最終的に運転者がペダル反力  $F$  から受ける感覚にも影響を与えている。

## 【0026】

反力算出／補正部 30B は、リスクポテンシャル  $R_P$  に応じて、通常のアクセルペダル反力特性に付加する反力増加量  $\Delta F$  を算出する。反力増加量  $\Delta F$  は、例えば以下の（式 6）を用いて算出することができる。

## 【数 6】

$$\Delta F = k \cdot R_P^n \quad (\text{式 6})$$

ここで、 $k$  は適切に設定された定数である。このように、リスクポテンシャル  $R_P$  が大きくなるほど、反力増加量  $\Delta F$  は指数関数的に増加する。

## 【0027】

反力算出／補正部 30B は、さらに、ペダル反力  $F$  から運転者が受ける感覚が常に等しくなるように、図 4（b）～（d）に示すように、走行抵抗  $R_L$  に応じて反力増加量  $\Delta F$  を補正する。すなわち、リスクポテンシャル  $R_P$  が等しい場合、走行抵抗  $R_L$  が大きいときは反力増加量  $\Delta F$  を小さくし、走行抵抗  $R_L$  が小さいときには反力増加量  $\Delta F$  を大きくする。ここでは、走行抵抗  $R_L$  に応じて、（式 6）の指数  $n$  を変更することにより、反力増加量  $\Delta F$  を補正する。

## 【0028】

図 5 に、走行抵抗  $R_L$  毎の、リスクポテンシャル  $R_P$  に対する反力増加量  $\Delta F$

の特性を示す。図 5 は、走行抵抗大 ( $R_L > R_{La}$ )、走行抵抗中 ( $R_{Lb} \leq R_L \leq R_{La}$ )、および走行抵抗小 ( $R_L < R_{Lb}$ ) 毎の反力増加量  $\Delta F$  の特性をそれぞれ示している。走行抵抗大の場合の指数  $n = n_1$ 、走行抵抗中の場合の指数  $n = n_2$ 、および走行抵抗小の場合の指数  $n = n_3$  は、 $n_1 < n_2 < n_3$  となるようにそれぞれ適切に設定しておく。これにより、図 5 に示すように、リスクポテンシャル  $RP$  が  $RP_1$  のとき、走行抵抗大の場合の反力増加量  $\Delta F = \Delta F_a$ 、走行抵抗中程度の場合の反力増加量  $\Delta F = \Delta F_b$ 、走行抵抗小の場合の反力増加量  $\Delta F = \Delta F_c$  であり、 $\Delta F_a < \Delta F_b < \Delta F_c$  となる。

## 【0029】

このように、反力算出／補正部 30B は、走行抵抗検知部 30D から入力される走行抵抗  $R_L$  に応じて、反力増加量  $\Delta F$  の算出式の指数  $n$  を変更して反力増加量  $\Delta F$  を補正する。そして、補正した値をアクセルペダル反力制御部 30C へ出力し、サーボモータ 60 を制御して、運転者がリスクポテンシャル  $RP$  に応じて発生するペダル反力  $F$  を走行抵抗  $R_L$  によらず常に等しい大きさに感じるようにペダル反力制御を行う。

## 【0030】

次に、以上説明したリスクポテンシャル  $RP$  と走行抵抗  $R_L$  の算出、およびアクセルペダル反力制御の処理手順について、図 6 のフローチャートを用いて説明する。なお、これらの処理は、コントローラ 30 において、一定間隔、例えば 50 msec 毎に連続的に行われる。

## 【0031】

ステップ S101 で、レーザレーダ 10 および車速センサ 20 によって検出される自車速  $V_f$ 、車間距離  $D$ 、相対車速  $V_r$  および先行車速  $V_a$  といった走行状態を読み込む。ステップ S102 で、ストロークセンサ 61 およびシフトポジションセンサ 80 によって検出される操作状態、ここではアクセルペダルストローク量  $S$  およびシフトポジションを読み込む。

## 【0032】

ステップ S103 で、読み込んだ走行状態に基づいて余裕時間  $TT_C$  と車間時間  $TH_W$  を算出し、さらに、(式 3) を用いて自車両のリスクポテンシャル  $RP$

・を算出する。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 0 4 で、ステップ S 1 0 1 で読み込んだ自車速  $V_f$  に基づいて、実発生トルク  $T_r$  を算出する。ステップ S 1 0 5 では、ステップ S 1 0 2 で読み込んだストローク量  $S$  およびシフトポジションに基づいて、指令値トルク  $T_c$  を算出する。ステップ S 1 0 6 で、(式 5) を用いて走行抵抗  $R_L$  を算出する。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 0 7 で、算出した走行抵抗  $R_L$  が、しきい値  $R_{La}$  よりも大きい  
か否かを判定する。ステップ S 1 0 7 が肯定判定されると、ステップ S 1 0 8 へ進む。ステップ S 1 0 8 では、走行抵抗  $R_L$  が大きい場合 ( $R_L > R_{La}$ ) に発生させるアクセルペダル反力  $F$  の増加量  $\Delta F$  を算出する。走行抵抗  $R_L > R_{La}$  の場合の反力増加量  $\Delta F$  は、以下の (式 7) で表される。

【数 7】

$$\Delta F = f_1(RP) = k \cdot RP^{n_1} \quad (\text{式 7})$$

なお、(式 7) は、上述した (式 6) の指数  $n$  を  $n_1$  に変更したものである。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 0 9 では、ステップ S 1 0 8 で算出した反力増加量  $\Delta F$  を増加するように、アクセルペダル反力制御部 3 0 C へ指令を出力する。アクセルペダル反力制御部 3 0 C は、通常のアクセルペダル反力特性に反力増加量  $\Delta F$  を付加したペダル反力  $F$  を発生するようにサーボモータ 6 0 を制御する。

【 0 0 3 6 】

一方、ステップ S 1 0 7 が否定判定されると、ステップ S 1 1 0 へ進む。ステップ S 1 1 0 では、走行抵抗  $R_L$  が、しきい値  $R_{La}$  以下、かつしきい値  $R_{Lb}$  以上であるか否かを判定する。ステップ S 1 1 0 が肯定判定されると、ステップ S 1 1 1 へ進む。ステップ S 1 1 1 では、走行抵抗  $R_L$  が中程度の場合 ( $R_{Lb} \leq R_L \leq R_{La}$ ) に発生させる反力増加量  $\Delta F$  を算出する。この場合の反力増加量  $\Delta F$  は、以下の (式 8) で表される。

【数 8】

$$\Delta F = f_2(RP) = k \cdot RP^{n_2} \quad (\text{式 8})$$

・なお、(式 8) は、上述した (式 6) の指数  $n$  を  $n^2$  に変更したものである。

【0037】

ステップ S 1 1 0 が否定判定されると、ステップ S 1 1 2 へ進む。ステップ S 1 1 2 では、走行抵抗  $R_L$  が小さい場合 ( $R_L < R_{Lb}$ ) に発生させる反力増加量  $\Delta F$  を算出する。この場合の反力増加量  $\Delta F$  は、以下の (式 9) で表される。

【数 9】

$$\Delta F = f_3(RP) = k \cdot RP^{n^3} \quad (\text{式 9})$$

なお、(式 9) は、上述した (式 6) の指数  $n$  を  $n^3$  に変更したものである。

【0038】

ステップ S 1 0 9 では、算出された反力増加量  $\Delta F$  を増加するように、アクセルペダル反力制御部 3 0 C へ指令を出力する。

【0039】

図 7 は、第 1 の実施の形態の車両用運転操作補助装置 1 による作用を説明するための図であり、走行抵抗毎のストローク量  $S$  とペダル反力  $F$  との関係を模式的に示している。

【0040】

図 7、および上述した図 4 (a) ~ (d) に示すように、運転者が敏感となる場合、例えばアクセルペダル 7 0 を積極的に踏み込んでいる走行抵抗大の場合の反力増加量  $\Delta F$  は、アクセルペダル 7 0 を保持している走行抵抗中程度の場合の反力増加量  $\Delta F$  よりも小さい。また、運転者が鈍感となる場合、例えばアクセルペダル 7 0 を戻している走行抵抗小の場合の反力増加量  $\Delta F$  は、走行抵抗中の場合の反力増加量  $\Delta F$  よりも大きい。これにより、走行抵抗  $R_L$ 、すなわちアクセルペダル 7 0 の踏み込み状態によらず、リスクポテンシャル  $RP$  が一定の場合には、運転者は同程度のペダル反力  $F$  を体感し、リスクポテンシャル  $RP$  を正確に認識することができる。

【0041】

このように、以上説明した第 1 の実施の形態によっては、以下のような効果を奏することができる。

(1) 自車両の車両状態および車両周囲の走行環境に基づいて自車両周囲のリス

・ クポテンシャルRPを算出し、リスクポテンシャルRPに基づいて車両操作機器の反力特性を調整した。このとき、運転者による車両操作機器の操作に影響を与える外乱を検出し、外乱に基づいて反力特性を補正するので、運転者の感覚によってリスクポテンシャルRPを正確に知らせ、運転者の操作を補助することができる。

(2) リスクポテンシャルRPに基づいてアクセルペダル70あるいはステアリングホイールの反力特性を調整するので、リスクポテンシャルRPを操作反力として運転者に容易に伝達することができる。なお、ステアリングホイールの反力特性の調整については、後述する。

(3) 外乱として自車線の傾斜状態を検出し、傾斜状態に応じてアクセルペダル70の反力特性を補正するので、車両前後方向のリスクポテンシャルRPが同じ場合にペダル反力Fから運転者が受ける感覚を略等しくし、リスクポテンシャルRPを正確に知らせ、運転操作を補助することができる。

(4) リスクポテンシャルRPに基づいてアクセルペダル70の反力増加量 $\Delta F$ を算出し、上り坂の場合には反力増加量 $\Delta F$ が小さくなるように補正し、下り坂の場合には反力増加量 $\Delta F$ が大きくなるように補正した。これにより、運転者がペダル反力Fから受ける感覚を略等しくし、リスクポテンシャルRPを正確に知らせることができる。

(5) 運転者による車両操作機器の操作に影響を与える外乱として、操作反力から受ける運転者の感覚を検出するようにしたので、運転者の感覚に沿ったリスクポテンシャルRPの伝達を行うことができる。

(6) アクセルペダル70の踏み込み状態を検出し、踏み込み量が増加する場合は、ペダル反力Fに対する運転者の感覚が鋭敏であり、踏み込み量が減少する場合は、ペダル反力Fに対する運転者の感覚が鈍いと判断した。これにより、運転者の感覚を容易に判断できる。さらに、運転者の感覚が異なる要因と、リスクポテンシャルRPに応じて制御する対称が、ともにアクセルペダル70であるため、運転者へのリスクポテンシャルRPの伝達を効果的に行うことができる。

(7) アクセルペダル70の踏み込み状態を自車両の走行抵抗から予測したので、運転者の感覚を容易に判断することができる。

## ・ 【 0 0 4 2 】

## 《 第 2 の 実 施 の 形 態 》

次に、本発明の第 2 の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、図面を用いて説明する。上述した第 1 の実施の形態においては、アクセルペダル反力制御を行うことにより運転者にリスクポテンシャル R P を伝達したが、第 2 の実施の形態においては、ステアリングホイールに発生する操舵反力を制御することにより、車両左右方向からのリスクポテンシャル R P を運転者に知らせる。

## 【 0 0 4 3 】

図 8 は、第 2 の実施の形態による車両用運転操作補助装置 2 の構成を示すシステム図であり、図 9 は、車両用運転操作補助装置 2 を搭載した車両の構成図である。図 8 および図 9 において、上述した第 1 の実施の形態と同様の機能を有する部分には同一の符号を付している。ここでは、第 1 の実施の形態との相違点を主に説明する。

## 【 0 0 4 4 】

レーザレーダ 1 0 は、自車両の左右前方に存在する障害物、例えば隣接車線の車両あるいは対向車両までの車間距離、相対速度およびその存在方向（相対角度）を検出する。

## 【 0 0 4 5 】

前方カメラ 5 0 は、フロントウィンドウ上に取り付けられた小型の C C D カメラ、または C M O S カメラ等であり、前方道路の状況を画像として検出し、コントローラ 4 0 へ出力する。前方カメラ 5 0 による検知領域は、水平方向に  $\pm 30$  deg 程度であり、この領域に含まれる前方道路風景が画像として取り込まれる。

## 【 0 0 4 6 】

舵角センサ 9 2 は、ステアリングホイール 9 0 の回転角度、すなわち操舵角を検出し、コントローラ 4 0 へ出力する。

## 【 0 0 4 7 】

リスクポテンシャル算出部 4 0 A は、レーザレーダ 1 0、車速センサ 2 0 および前方カメラ 5 0 から入力される信号に基づいて、自車両のリスクポテンシャル R P を算出する。ここで、リスクポテンシャル算出部 4 0 A は、自車両の周囲に

存在する障害物までの相対距離 $D$ 、および相対速度 $V_r$ を用いて、自車両の左右方向からのリスクポテンシャル $RP$ を算出する。算出した左右方向のリスクポテンシャル $RP$ は、反力算出／補正部40Bへ出力される。

#### 【0048】

コントローラ40は、反力算出／補正部40Bにおいて、前方カメラ50から入力される車両周囲の画像情報から自車両周囲の障害物状況を検出し、舵角センサ12から入力される操舵角に基づいて、自車両の操作状態を検出する。そして、コントローラ40は、自車両周囲の障害物状況、および自車両の操作状態に基づいて、リスクポテンシャル $RP$ に応じた操舵反力制御を行う。

#### 【0049】

操舵反力制御部40Cは、車両の操舵系に組み込まれ、反力算出／補正部40Bからの指令に応じてサーボモータ91で発生させるトルクを制御する。サーボモータ91は、操舵反力制御部40Cからの指令に応じて、発生させるトルクを制御し、運転者がステアリングホイール90を操作する際に発生する操舵反力を任意に制御する。

#### 【0050】

つぎに、第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置2の動作について説明する。

車両の走行中にステアリングホイール90を操作すると、タイヤにはセルフアライニングトルクが発生し、ステアリングホイール90を中立位置に戻そうとする操舵反力が発生する。ここでは、セルフアライニングトルク特性（SAT特性）による操舵反力に、自車両左右方向からのリスクポテンシャル $RP$ に応じた反力調整量を加えることにより、操舵反力を制御する。

#### 【0051】

図10および図11は、第2の実施の形態における操舵反力制御の基本原理を説明する図である。なお、図10(a)、図11(b)は操舵方向とリスクポテンシャル $RP$ が発生する方向を示し、図10(b)および図11(b)において、横軸は右操舵をプラスとした操舵角 $\theta$ 、縦軸は右操舵から中立位置へ戻す方向の力をプラスとした操舵反力 $T$ を示している。ステアリングホイールは中立位置

にあり、現在の操舵角  $\theta = 0$  である。図 1 0 (b) および図 1 1 (b) に示すように、一点鎖線で示す S A T 特性は、操舵角  $\theta$  の絶対値が大きくなるほど、操舵反力  $T$  の絶対値が大きくなる。

【 0 0 5 2 】

リスクポテンシャル  $R P$  が車両右側から発生する場合は、図 1 0 に示すように、S A T 特性に一定の反力調整量  $\Delta T a$  ( $\Delta T a \geq 0$ ) を付加する。これにより、ステアリングホイールを右方向へ操舵する場合の操舵反力  $T$  が大きくなり、一方、左方向へ操舵する場合の操舵反力  $T$  は小さくなる。リスクポテンシャル  $R P$  が車両左側から発生する場合は、図 1 1 に示すように、S A T 特性に一定の反力調整量  $\Delta T a$  ( $\Delta T a < 0$ ) を付加する。これにより、ステアリングホイールを左方向へ操舵する場合の操舵反力  $T$  が大きくなり、右方向へ操舵する場合の操舵反力  $T$  は小さくなる。

【 0 0 5 3 】

このように、リスクポテンシャル  $R P$  の発生する方向へ操舵を行う場合は、操舵反力  $T$  を大きくして運転者にリスクポテンシャル  $R P$  を知らせる。また、リスクポテンシャル  $R P$  とは反対方向へ操舵する場合の操舵反力  $T$  を小さくし、リスクポテンシャル  $R P$  が小さくなる方向へ運転者の操舵を誘導する。なお、図 1 0 および図 1 1 において、操舵反力  $T$  が 0 となる操舵角  $\theta$  はステアリングホイールが安定する角度であり、運転操作を適切な方向へ導く推奨舵角である。

【 0 0 5 4 】

車両が曲線路を走行するとき等、操舵操作を行っている場合は既にセルフアライニングトルクが発生しており、反力調整量  $\Delta T a$  を付加してもそれに対応するリスクポテンシャル  $R P$  を正確に認識することが困難となってしまう。そこで、第 2 の実施の形態においては、曲線路走行中の走行状況を以下の 4 つのシーンに分類し、これらのシーン毎に、S A T 特性に付加する反力調整量  $\Delta T a$  を補正する。なお、自車線のカーブの方向は、例えば前方カメラ 1 1 によって検出される画像情報およびステアリングホイールの操舵方向、つまり操舵角  $\theta$  から判断する。

・ シーン 1 : 右カーブ中、車両右方向からリスクポテンシャル  $R P$  発生。

- ・ シーン 2 : 右カーブ中、車両左方向からリスクポテンシャル R P 発生。
- ・ シーン 3 : 左カーブ中、車両右方向からリスクポテンシャル R P 発生。
- ・ シーン 4 : 左カーブ中、車両左方向からリスクポテンシャル R P 発生。

【 0 0 5 5 】

シーン 1 ～ 4 における操作反力制御について、以下に説明する。

－シーン 1－

図 1 2 ( a ) に、シーン 1 の走行状況を具体的に示す。図 1 2 ( b ) ( c ) は、シーン 1 における操舵方向とリスクポテンシャル R P の発生方向、および操舵角－反力特性をそれぞれ示している。図 1 2 に示すように、自車両が右カーブ中に、自車両右前方に障害物、例えば対向車両が存在しているものとする。従って、シーン 1 は、カーブの方向とリスクポテンシャル R P c の方向が同じ場合である。

【 0 0 5 6 】

リスクポテンシャル算出部 4 0 A は、自車両と対向車との車間距離 D、相対速度 V r、および障害物の存在方向に基づいて、右カーブ中の車両右方向からのリスクポテンシャル R P c を算出する。ここで、障害物の存在方向は、自車両正面を基準とした自車両と障害物との相対角度  $\theta_r$  を用いる。相対角度  $\theta_r$  は、障害物が右方向に存在する場合はプラスの値、左方向に存在する場合はマイナスの値とすることができるが、ここでは説明を簡単にするため相対角度  $\theta_r$  の絶対値を用いてリスクポテンシャル R P c を算出する。右前方の障害物に対するリスクポテンシャル R P c は、例えば、障害物までの余裕時間  $TTC = D / V_r$  の車両左右方向成分を用いる。リスクポテンシャル R P c は、以下の ( 式 1 0 ) で表される。

【 数 1 0 】

$$R P c = ( 1 / T T C ) \cdot \sin \theta_r \quad ( 式 1 0 )$$

【 0 0 5 7 】

反力算出／補正部 4 0 B は、リスクポテンシャル算出部 4 0 A で算出されたリスクポテンシャル R P c に基づいて、S A T 特性に付加する反力調整量  $\Delta T a$  を算出する。図 1 3 に、リスクポテンシャル R P c に対する反力調整量  $\Delta T a$  の特

性の一例を示す。反力調整量 $\Delta T_a$ は、リスクポテンシャル $RP_c$ の関数 $g_1$  ( $RP_c$ )として表され、例えば図13に示すように、リスクポテンシャル $RP_c$ が大きくなるほど増加する。この場合の反力調整量 $\Delta T_a$ は、以下の(式11)で表される。

【数11】

$$\Delta T_a = +g_1(RP_c) = +m \cdot RP_c \quad (\text{式11})$$

ここで、 $m$ は定数であり、予め適切に設定される。

【0058】

反力算出／補正部40Bは、SAT特性に、算出した反力調整量 $\Delta T_a$  ( $\Delta T_a \geq 0$ )を操舵反力制御部40Cに出力し、SAT特性に反力調整量 $\Delta T_a$ を付加して操舵反力制御を行う。

【0059】

図12(c)に示すように、シーン1においては、一点鎖線で示すSAT特性に一定の反力調整量 $\Delta T_a$ を付加することにより、右操舵の反力 $T$ を大きくし、左操舵の反力 $T$ を小さくする。なお、SAT特性は車速によって変動するが、SAT特性が変動する場合にも、リスクポテンシャル $RP_c$ に応じた反力調整量 $\Delta T_a$ を増加する。

【0060】

－シーン2－

図14(a)に、シーン2の走行状況を具体的に示す。図14(b)(c)は、シーン2における操舵方向とリスクポテンシャル $RP$ の発生方向、および操舵角－反力特性をそれぞれ示す。図14に示すように、自車両が右カーブ中に、自車両左前方に障害物、例えば駐停車車両が存在しているものとする。従って、シーン2は、カーブの方向とリスクポテンシャル $RP_c$ の方向が異なる場合である。

【0061】

リスクポテンシャル算出部40Aは、右カーブ中の車両左方向からのリスクポテンシャル $RP_c$ を算出する。リスクポテンシャル $RP_c$ は、上述したシーン1と同様に、(式10)を用いて算出する。反力算出／補正部40Bは、(式11

・) を用いて、リスクポテンシャル  $RP_c$  に応じた反力調整量  $\Delta T_a = -m \cdot RP_c$  を算出する ( $\Delta T_a < 0$ )。

【0062】

反力算出／補正 B は、図 14 (c) に示すように、SAT 特性に一定の反力調整量  $\Delta T_a$  ( $\Delta T_a < 0$ ) を付加し、これをシーン 2 の操舵角－反力特性とする。これにより、右操舵を行う場合の操舵反力  $T$  は小さくなり、左操舵を行う場合の操舵反力  $T$  が大きくなる。

【0063】

ただし、右カーブ中は、運転者はセルフアライニングトルクによって発生する操舵反力  $T$  を感じながら、ステアリングホイールのバランスを保って運転している。そのため、右操舵中の操舵反力  $T$  を小さくすると、運転者に操舵反力によってリスクポテンシャル  $RP_c$  を知らせることが困難になるとともに、運転者に違和感を与えることがある。

【0064】

そこで、シーン 2 においては、操舵反力  $T$  を一定量だけ小さくするとともに、左操舵を行う場合の操舵角－反力特性の傾きを大きくする。これにより、左側への操舵を行い難くして車両左側からのリスクポテンシャル  $RP_c$  を運転者に知らせる。ここでは、左操舵時の反力調整量  $\Delta T_a$  を、操舵角  $\theta$  に応じた補正量  $H$  を用いて補正することにより、左操舵の反力  $T$  を大きくする。

【0065】

補正量  $H$  は、操舵角  $\theta$  に比例し、例えば (式 12) のように表される。

【数 12】

$$H = h_1(RP_c) \cdot \theta \quad (\text{式 12})$$

ここで、 $h_1(RP_c)$  は、リスクポテンシャル  $RP_c$  の関数であり、補正量  $H$  を決定するための係数である。図 15 に、リスクポテンシャル  $RP_c$  に対する補正係数  $h_1(RP_c)$  の特性の一例を示す。図 15 に示すように、補正係数  $h_1(RP_c)$  は、リスクポテンシャル  $RP_c$  に比例し、例えば定数  $n_1$  を用いて以下の (式 12) のように表すことができる。

【数 13】

$$h1(RPc) = n1 \cdot RPc \quad (\text{式} 13)$$

【0066】

これらより、シーン2においては、左操舵における反力調整量 $\Delta Ta$ は、以下の(式14)で表される。なお、反力調整量 $\Delta Ta$ を算出する際には、補正量 $H$ の絶対値を用いる。

【数14】

$$\begin{aligned} \Delta Ta &= - \{ g1(RPc) + |H| \} \\ &= - \{ g1(RPc) + |h1(RPc) \cdot \theta| \} \\ &= -m \cdot RPc - | (n1 \cdot RPc) \cdot \theta | \end{aligned} \quad (\text{式} 14)$$

【0067】

シーン2においては、図14(c)に示すように、SAT特性に一定の反力調整量 $\Delta Ta = -g1(RPc)$ を付加することにより( $\Delta Ta < 0$ )、右操舵の反力 $T$ を小さくし、左操舵の反力 $T$ を大きくする。さらに、左操舵に対しては補正量 $H$ を付加してSAT特性の傾きを補正し、左操舵の反力 $T$ をより大きくする。

【0068】

-シーン3-

図16(a)に、シーン3の走行状況を具体的に示す。図16(b)(c)は、シーン3における操舵方向およびリスクポテンシャル $RP$ の発生方向、および操舵角-反力特性をそれぞれ示す。図16に示すように、自車両が左カーブ中に、自車両右前方に障害物、例えば対向車両が存在しているものとする。従って、シーン3は、カーブの方向とリスクポテンシャル $RPc$ の方向が異なる場合である。

【0069】

リスクポテンシャル算出部40Aは、上述したシーン1およびシーン2と同様に(式10)を用いて、左カーブ中の車両右側からのリスクポテンシャル $RPc$ を算出する。反力算出/補正部40Bは、(式11)を用いて、リスクポテンシャル $RPc$ に応じた反力調整量 $\Delta Ta = +m \cdot RPc$ を算出する( $\Delta Ta \geq 0$ )。

## ・ 【 0 0 7 0 】

リスクポテンシャル  $RP_c$  は車両右方向から発生しているため、一定の反力調整量  $\Delta T_a$  ( $\Delta T_a \geq 0$ ) を SAT 特性に付加して、これをシーン 3 の操舵角－反力特性とする。ただし、反力調整量  $\Delta T_a$  を SAT 特性に付加することにより、左操舵時の操舵反力  $T$  が非常に小さくなり、リスクポテンシャル  $RP_c$  を運転者に知らせることが困難となってしまう。そこで、上述したシーン 2 と同様に、反力調整量  $\Delta T_a$  に補正量  $H$  を付加することにより、右操舵の反力調整量  $\Delta T_a$  を補正する。なお、左操舵の反力調整量  $\Delta T_a$  は、補正しない。

## 【 0 0 7 1 】

シーン 3 における右操舵の反力調整量  $\Delta T_a$  は、以下の (式 1 5) を用いて算出することができる。

## 【 数 1 5 】

$$\begin{aligned}\Delta T_a &= +g_1 (RP_c) + |H| \\ &= +g_1 (RP_c) + |h_1 (RP_c) \cdot \theta| \\ &= +m \cdot RP_c + |n_1 \cdot RP_c \cdot \theta| \quad (\text{式 1 5})\end{aligned}$$

## 【 0 0 7 2 】

シーン 3 においては、図 1 6 (c) に示すように、SAT 特性に一定の反力調整量  $\Delta T_a = +g_1 (RP_c)$  を付加することにより ( $\Delta T_a \geq 0$ )、右操舵の反力  $T$  を大きくし、左操舵の反力  $T$  を小さくする。さらに、右操舵に対しては補正量  $H$  を付加して SAT 特性の傾きを補正し、右操舵の反力  $T$  をより大きくする。

## 【 0 0 7 3 】

## －シーン 4－

図 1 7 (a) に、シーン 4 の走行状況を具体的に示す。図 1 7 (b) (c) は、シーン 4 における操舵方向およびリスクポテンシャル  $RP$  の発生方向、および操舵角－反力特性をそれぞれ示す。図 1 7 に示すように、自車両が左カーブ中に、自車両左前方に障害物、例えば駐停車車両が存在しているものとする。従って、シーン 4 は、カーブの方向とリスクポテンシャル  $RP_c$  の方向が同じ場合である。

## 【 0 0 7 4 】

リスクポテンシャル算出部 4 0 A は、上述したシーン 1 ～ 3 と同様に（式 1 0）を用いて、左カーブ中の車両左側からのリスクポテンシャル  $RP_c$  を算出する。反力算出／補正部 4 0 B は、（式 1 1）を用いて、リスクポテンシャル  $RP_c$  に応じた反力調整量  $\Delta T_a = -m \cdot RP_c$  を算出する（ $\Delta T_a < 0$ ）。

## 【 0 0 7 5 】

シーン 4 においては、図 1 7（c）に示すように、SAT 特性に一定の反力調整量  $\Delta T_a = -g_1(RP_c)$  を付加することにより、右操舵の反力  $T$  を小さくし、左操舵の反力  $T$  を大きくする。

## 【 0 0 7 6 】

つぎに、以上説明したシーン毎の操舵反力制御の処理手順について、図 1 8 を用いて説明する。図 1 8 は、リスクポテンシャル  $RP$  の算出と操舵反力制御の処理手順を示すフローチャートである。これらの処理は、コントローラ 4 0 において、一定間隔、例えば 5 0 msec 毎に連続的に行われる。

## 【 0 0 7 7 】

ステップ S 2 0 1 で、レーザレーダ 1 0、車速センサ 2 0 および前方カメラ 5 0 によって検出される自車速  $V_f$  および障害物状況といった走行状態を読み込む。ここで、障害物状況は、自車両周囲に存在する障害物までの相対距離  $D$ 、相対速度  $V_r$  および相対角度  $\theta_r$  等である。ステップ S 2 0 2 で、舵角センサ 1 2 によって検出される操舵角  $\theta$  を読み込む。ステップ S 2 0 3 では、（式 1 0）を用いて車両左右方向のリスクポテンシャル  $RP_c$  を算出する。

## 【 0 0 7 8 】

ステップ S 2 0 4 で、ステップ S 2 0 1 で読み込んだ前方カメラ画像およびステップ S 2 0 2 で読み込んだ操舵角  $\theta$  から、右方向に操舵中、すなわち右カーブ中であるか否かを判定する。ステップ S 2 0 4 が肯定判定されると、ステップ S 2 0 5 へ進む。ステップ S 2 0 5 では、ステップ S 2 0 1 で読み込んだ障害物状況に基づいて、車両右方向に障害物、例えば対向車両が存在するか否かを判定する。ステップ S 2 0 5 が肯定判定されると、ステップ S 2 0 6 へ進む。

## 【 0 0 7 9 】

ステップ S 2 0 6 では、シーン 1 における操舵反力制御を行うために、リスクポテンシャル R P c に基づいて、(式 1 1) を用いて反力調整量  $\Delta T a$  を算出する ( $\Delta T a \geq 0$ )。続くステップ S 2 0 7 で、ステップ S 2 0 6 で算出した反力調整量  $\Delta T a$  を S A T 特性に付加し、操舵角-反力特性を変更するよう操舵反力制御部 4 0 C に指令を出力する。操舵反力制御部 4 0 C は、指令に応じてサーボモータ 9 1 を制御し、ステアリングホイールに発生する操舵反力 T を制御する。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 2 0 5 が否定判定されると、ステップ S 2 0 8 へ進み、車両左方向に障害物、例えば駐停車車両が存在するか否かを判定する。ステップ S 2 0 8 が肯定判定されると、ステップ S 2 0 9 へ進む。ステップ S 2 0 9 では、シーン 2 における操舵反力制御を行うために、リスクポテンシャル R P c に基づいて反力調整量  $\Delta T a$  を算出する。上述したように、右操舵 ( $\theta \geq 0$ ) については、(式 1 1) を用いて反力調整量  $\Delta T a = -g 1 (R P c)$  を算出する。左操舵 ( $\theta < 0$ ) については、(式 1 4) を用いて反力調整量  $\Delta T a = -\{g 1 (R P c) + |h 1 (R P c) \cdot \theta|\}$  を算出する。右操舵および左操舵の反力調整量  $\Delta T a$  は、ともにマイナスの値である。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 2 0 8 が否定判定されて、車両の右方向および左方向に障害物が存在しない場合は、ステップ S 2 1 0 へ進み、反力調整量  $\Delta T a = 0$  に設定する。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 2 0 4 が否定判定されると、ステップ S 2 1 1 へ進み、左方向へ操舵中、すなわち左カーブ中であるか否かを判定する。ステップ S 2 1 1 が肯定判定されると、ステップ S 2 1 2 へ進み、車両右方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップ S 2 1 2 が肯定判定されると、ステップ S 2 1 3 へ進む。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 2 1 3 では、シーン 3 における操舵反力制御を行うために、リスクポテンシャル R P c に基づいて、反力調整量  $\Delta T a$  を算出する。上述したように、右操舵 ( $\theta \geq 0$ ) については、(式 1 5) を用いて反力調整量  $\Delta T a = +g 1 (R P c) + |h 1 (R P c) \cdot \theta|$  を算出する ( $\Delta T a \geq 0$ )。左操舵 ( $\theta <$

・ 0) については、(式 1 1) を用いて反力調整量  $\Delta T a = + g 1 (R P c)$  を算出する ( $\Delta T a \geq 0$ )。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 2 1 2 が否定判定されると、ステップ S 2 1 4 へ進み、車両左方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップ S 2 1 4 が肯定判定されると、ステップ S 2 1 5 へ進む。ステップ S 2 1 5 では、シーン 4 における操舵反力制御を行うために、リスクポテンシャル  $R P c$  に基づいて、(式 1 1) を用いて反力調整量  $\Delta T a$  を算出する ( $\Delta T a < 0$ )。ステップ S 2 1 4 が否定判定されて車両の左右方向に障害物が存在しない場合は、ステップ S 2 1 6 へ進んで反力調整量  $\Delta T a = 0$  に設定する。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 2 1 1 が否定判定されると、自車両は直進走行中であり、ステップ S 2 1 7 へ進んで車両右方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップ S 2 1 7 が肯定判定されると、ステップ S 2 0 6 へ進んでリスクポテンシャル  $R P c$  に応じた反力調整量  $\Delta T a = + g (R P c)$  を算出する ( $\Delta T a \geq 0$ )。ステップ S 2 1 7 が否定判定されると、ステップ S 2 1 8 へ進み、車両左方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップ S 2 1 8 が肯定判定されると、ステップ S 2 1 5 へ進み、リスクポテンシャル  $R P c$  に応じた反力調整量  $\Delta T a = - g 1 (R P c)$  を算出する ( $\Delta T a < 0$ )。ステップ S 2 1 8 が否定判定されると、ステップ S 2 1 9 へ進み、反力調整量  $\Delta T a = 0$  に設定する。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 2 0 7 で、S A T 特性に、算出した反力調整量  $\Delta T a$  を付加して操舵反力  $T$  を制御するように操舵反力制御部 4 0 C に指令を出力する。

【 0 0 8 7 】

このように、以上説明した第 2 の実施の形態においては、以下のような効果を奏することができる。

(1) 外乱として自車線のカーブの方向およびリスクポテンシャル  $R P$  の発生する方向を検出し、カーブの方向およびリスクポテンシャルの方向に応じて操舵装置の反力特性を補正するので、操舵反力  $T$  として、運転者の感覚に沿って左右方

・向のリスクポテンシャル  $RP_c$  を正確に知らせ、運転操作を補助することができる。

(2) リスクポテンシャル  $RP_c$  に基づいてステアリングホイールの反力調整量  $\Delta T_a$  を算出し、カーブの方向とリスクポテンシャルの方向が同じ場合には、反力調整量  $\Delta T_a$  を補正せず、カーブの方向とリスクポテンシャルの方向が異なる場合には、反力調整量  $\Delta T_a$  を補正した。これにより、運転者にリスクポテンシャル  $RP_c$  を正確に認識させるとともに、運転者の操作を適切な方向へ促すことができる。

(3) シーン 1, 4 のようにカーブの方向とリスクポテンシャル  $RP_c$  の方向が同じ場合には、カーブの方向と同じ操舵方向およびその逆方向に反力調整量  $\Delta T_a$  を付加した。シーン 2, 3 のようにカーブの方向とリスクポテンシャル  $RP_c$  の方向が異なる場合には、カーブの方向と同じ操舵方向に反力調整量  $\Delta T_a$  を付加し、逆方向には反力変化量を補正して付加した。これにより、運転者の感覚に沿ってリスクポテンシャル  $RP_c$  を正確に知らせるとともに、運転者の操作を適切な方向へ促すことができる。

(4) リスクポテンシャル  $RP_c$  および操舵角  $\theta$  に基づいて反力調整量  $\Delta T_a$  を補正するので、運転者の操作を適切な方向へ促すことができる。

【0088】

### 《第3の実施の形態》

つぎに、本発明の第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、図面を用いて説明する。第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置の構成は、図8および図9に示す第2の実施の形態と同様である。ここでは、第2の実施の形態との相違点を主に説明する。

【0089】

図19および図20は、第3の実施の形態における操舵反力制御の基本原理を説明する図である。図19(a)、図20(a)は、操舵方向およびリスクポテンシャル  $RP$  の発生する方向を示している。図19(b)、図20(b)において、右側の操舵角度  $\theta$  および右操舵時の操舵反力  $T$  をプラスの値、左側の操舵角度  $\theta$  および左操舵時の操舵反力  $T$  をマイナスの値で示している。第3の実施の形

・態においては、リスクポテンシャル  $RP_c$  に応じて  $SAT$  特性の傾きを変更することにより、操舵反力制御を行う。

【0090】

図19に示すように、リスクポテンシャル  $RP_c$  が車両右側から発生する場合は、右操舵の  $SAT$  特性の傾きを大きくしてリスクポテンシャル  $RP_c$  を運転者に伝達し、左操舵の  $SAT$  特性の傾きを小さくして運転操作を適切な方向へ導く。図20に示すように、リスクポテンシャル  $RP_c$  が車両左側から発生する場合は、左操舵の  $SAT$  特性の傾きを大きくしてリスクポテンシャル  $RP_c$  を運転者に伝達し、右操舵の  $SAT$  特性の傾きを小さくして運転操作を適切な方向へ導く。

【0091】

第3の実施の形態においては、曲線路走行中にも運転者にリスクポテンシャル  $RP$  を正確に知らせるために、上述した第2の実施の形態と同様に走行状況をシーン1～4に分類し、それぞれのシーンにおいて操舵角－反力特性の傾きを補正する。

【0092】

－シーン1－

図21(a)～(c)に、シーン1における走行状況、操舵方向とリスクポテンシャル  $RP$  の発生方向、および操舵角－反力特性をそれぞれ示す。

リスクポテンシャル算出部40Aは、上述した(式10)を用いて、右カーブ中の車両右側からのリスクポテンシャル  $RP_c$  を算出する。コントローラ41は、リスクポテンシャル  $RP_c$  および操舵角  $\theta$  の絶対値に基づいて、以下の(式16)を用いて反力調整量  $\Delta T_b$  ( $\Delta T_b \geq 0$ ) を算出する。

【数16】

$$\begin{aligned}\Delta T_b &= +g_2(RP_c) \cdot |\theta| \\ &= +q \cdot RP_c \cdot |\theta|\end{aligned}\quad (\text{式16})$$

【0093】

ここで、反力調整量  $\Delta T_b$  を決定するための係数  $g_2(RP_c)$  はリスクポテンシャル  $RP_c$  の関数である。関数  $g_2(RP_c)$  は、例えば予め設定された定

・数  $q$  を用いて  $g_2(RP_c) = q \cdot RP_c$  と表され、図 2 2 に示すように、リスクポテンシャル  $RP_c$  が大きくなるほど増加する。

【0094】

シーン 1 においては、図 2 1 (c) に示すように、SAT 特性にリスクポテンシャル  $RP_c$  および操舵角  $\theta$  に応じた反力調整量  $\Delta T_b$  ( $\Delta T_b \geq 0$ ) を付加する。これにより SAT 特性の傾きを変更し、右操舵の反力  $T$  を大きくするとともに、左操舵の反力  $T$  を小さくする。

【0095】

ーシーン 2ー

図 2 3 (a) ~ (c) に、シーン 2 における走行状況、操舵方向とリスクポテンシャル  $RP$  の発生方向、および操舵角ー反力特性をそれぞれ示す。右カーブ中の車両左側からのリスクポテンシャル  $RP_c$  は、上述した (式 1 0) を用いて算出する。

シーン 2 においては、右操舵の SAT 特性は変更しない。一方、左操舵の SAT 特性に、リスクポテンシャル  $RP_c$  および操舵角  $\theta$  に応じた反力調整量  $\Delta T_b$  ( $\Delta T_b < 0$ ) を付加するとともに、補正量  $H_1$  を付加して SAT 特性の傾きを補正し、リスクポテンシャル  $RP_c$  を運転者に知らせる。

【0096】

補正量  $H_1$  は、操舵角  $\theta$  に比例し、以下の (式 1 7) を用いて算出することができる。

【数 1 7】

$$\begin{aligned} H_1 &= h_2(RP_c) \cdot \theta \\ &= n_2 \cdot RP_c \cdot \theta \end{aligned} \quad (\text{式 1 7})$$

ここで、補正量  $H_1$  を決定するための係数  $h_2(RP_c)$  は、リスクポテンシャル  $RP_c$  の関数であり、例えば図 2 4 に示すように、リスクポテンシャル  $RP_c$  が大きくなるほど増加する (すなわち、 $h_2(RP_c) = n_2 \cdot RP_c \cdot \theta$ )。定数  $n_2$  は、予め適切な値を設定しておく。

【0097】

これらより、シーン 2 における左操舵時の反力調整量  $\Delta T_b$  は、以下の (式 1

- ・ 8) を用いて表すことができる。なお、反力調整量  $\Delta T b$  を算出する際は、補正量  $H 1$  の絶対値を用いる。

【数 1 8】

$$\begin{aligned}\Delta T b &= - \{ g 2 (R P c) \cdot | \theta | + | H 1 | \} \\ &= - \{ g 2 (R P c) \cdot | \theta | + | h 2 (R P c) \cdot \theta | \} \\ &= - q \cdot R P c \cdot | \theta | - | n 2 \cdot R P c \cdot \theta | \quad (\text{式 1 8})\end{aligned}$$

【0 0 9 8】

シーン 2 においては、図 2 3 (c) に示すように、右操舵時は S A T 特性の傾きを変更せず、左操舵時はリスクポテンシャル  $R P c$  および操舵角  $\theta$  を用いて補正した反力調整量  $\Delta T b$  ( $\Delta T b < 0$ ) を S A T 特性に付加し、その傾きを変更して左操舵の反力  $T$  を大きくする。

【0 0 9 9】

－シーン 3－

図 2 5 (a) ～ (c) に、シーン 3 における走行状況、操舵方向とリスクポテンシャル  $R P$  の発生方向、および操舵角－反力特性をそれぞれ示す。左カーブ中の車両右側からのリスクポテンシャル  $R P c$  は、上述した (式 1 0) を用いて算出する。

シーン 3 においては、左操舵の S A T 特性は変更しない。一方、右操舵の S A T 特性に、リスクポテンシャル  $R P c$  および操舵角  $\theta$  に応じた反力調整量  $\Delta T b$  ( $\Delta T b \geq 0$ ) を付加するとともに、補正量  $H 1$  を付加して S A T 特性の傾きを補正し、リスクポテンシャル  $R P c$  を運転者に知らせる。

【0 1 0 0】

右操舵における反力調整量  $\Delta T b$  は、以下の (式 1 9) を用いて表すことができる。なお、定数  $q$ 、 $n 2$  は、それぞれ上述した (式 1 8) の定数  $q$ 、 $n 2$  と同じである。

【数 1 9】

$$\begin{aligned}\Delta T b &= + g 2 (R P c) \cdot | \theta | + | H 1 | \\ &= + g 2 (R P c) \cdot | \theta | + | h 2 (R P c) \cdot \theta | \\ &= + q \cdot R P c \cdot | \theta | + | n 2 \cdot R P c \cdot \theta | \quad (\text{式 1 9})\end{aligned}$$

## ・ 【 0 1 0 1 】

シーン 3 においては、図 2 5 ( c ) に示すように、左操舵時は S A T 特性の傾きを変更せず、右操舵時は S A T 特性にリスクポテンシャル  $R P c$  および操舵角  $\theta$  を用いて補正した反力調整量  $\Delta T b$  ( $\Delta T b \geq 0$ ) を付加し、その傾きを変更して右操舵の反力  $T$  を大きくする。

## 【 0 1 0 2 】

## ー シーン 4 ー

図 2 6 ( a ) ~ ( c ) に、シーン 4 における走行状況、操舵方向とリスクポテンシャル  $R P$  の発生方向、および操舵角－反力特性を示す。左カーブ中の車両左側からのリスクポテンシャル  $R P c$  は、上述した ( 式 1 0 ) を用いて算出する。また、( 式 1 6 ) を用いて反力調整量  $\Delta T b$  を算出する ( $\Delta T b < 0$ ) 。

## 【 0 1 0 3 】

シーン 4 においては、図 2 6 ( c ) に示すように、S A T 特性に反力調整量  $\Delta T b$  ( $\Delta T b < 0$ ) を付加することにより S A T 特性の傾きを変更し、右操舵の反力  $T$  を小さくするとともに、左操舵の反力  $T$  を大きくする。

## 【 0 1 0 4 】

つぎに、以上説明したシーン毎の操舵反力制御の処理手順について、図 2 7 を用いて説明する。図 2 7 は、リスクポテンシャル  $R P c$  の算出と操舵反力制御の処理手順を示すフローチャートである。これらの処理は、コントローラ 4 0 において、一定間隔、例えば 5 0 msec 毎に連続的に行われる。

## 【 0 1 0 5 】

ステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 5 までの処理は、上述した図 1 8 のフローチャートのステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 5 と同様である。ステップ S 3 0 5 が肯定判定されて、右操舵中かつ車両右方向に障害物が存在する場合は、ステップ S 3 0 6 へ進む。

## 【 0 1 0 6 】

ステップ S 3 0 6 では、シーン 1 における操舵反力制御を行うために、リスクポテンシャル  $R P c$  に応じて S A T 特性の傾きを変更する。ここでは、( 式 1 6 ) を用いて反力調整量  $\Delta T b$  を算出する ( $\Delta T \geq 0$ ) 。つづくステップ S 3 0 7

で、算出した反力調整量 $\Delta T b$ をSAT特性に付加し、SAT特性の傾きを変更するように操舵反力制御部40Cに指令を出力する。操舵反力制御部40Cは指令に応じてサーボモータ91を制御し、SAT特性の傾きを変更してステアリングホイールに発生する操舵反力Tを制御する。

【0107】

ステップS305が否定判定されると、ステップS308へ進み、車両左方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップS308が肯定判定されると、シーン2における操舵反力制御を行うために、ステップS309へ進み、リスクポテンシャルR P cに応じてSAT特性の傾きを変更する。ここでは、右操舵( $\theta \geq 0$ )については反力調整量 $\Delta T b = 0$ に設定する。左操舵( $\theta < 0$ )については、リスクポテンシャルR P cおよび操舵角 $\theta$ に基づいて、(式18)を用いて反力調整量 $\Delta T b = -\{g2(R P c) \cdot |\theta| + |h2(R P c) \cdot \theta|\}$ を算出する( $\Delta T b < 0$ )。ステップS308が否定判定されると、ステップS310へ進み、反力調整量 $\Delta T b = 0$ に設定する。

【0108】

ステップS304が否定判定されると、ステップS311へ進み、左操舵中であるか否かを判定する。ステップS311が肯定判定されると、ステップS312へ進み、車両右方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップS312が肯定判定されると、ステップS313へ進む。ステップS313では、シーン3における操舵反力制御を行うために、リスクポテンシャルR P cに応じてSAT特性の傾きを変更する。ここでは、右操舵( $\theta \geq 0$ )については、リスクポテンシャルR P cおよび操舵角 $\theta$ に基づいて、(式19)を用いて反力調整量 $\Delta T b = +g2(R P c) \cdot |\theta| + |h2(R P c) \cdot \theta|$ を算出する( $\Delta T b \geq 0$ )。左操舵( $\theta < 0$ )については反力調整量 $\Delta T b = 0$ に設定する。ステップS312が否定判定されると、ステップS314へ進む。

【0109】

ステップS314では、車両左方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップS314が肯定判定されると、ステップS315へ進む。ステップS315では、シーン4における操舵反力制御を行うために、リスクポテンシャルR P

・ c に応じて S A T 特性の傾きを変更する。ここでは、リスクポテンシャル  $RP_c$  および操舵角  $\theta$  に基づいて、(式 16) を用いて反力調整量  $\Delta T_b$  を算出する ( $\Delta T_b < 0$ )。ステップ S 3 1 4 が否定判定されると、ステップ S 3 1 6 へ進み、反力調整量  $\Delta T_b = 0$  に設定する。

【 0 1 1 0 】

ステップ S 3 1 1 が否定判定されると、直進走行中であり、ステップ S 3 1 7 へ進んで車両右方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップ S 3 1 7 が肯定判定されると、ステップ S 3 0 6 へ進み、リスクポテンシャル  $RP_c$  および操舵角  $\theta$  に応じた反力調整量  $\Delta T_b = +g_2(RP_c) \cdot |\theta|$  を算出する ( $\Delta T_b \geq 0$ )。

【 0 1 1 1 】

ステップ S 3 1 7 が否定判定されると、ステップ S 3 1 8 へ進み、車両左方向に障害物が存在するか否かを判定する。ステップ S 3 1 8 が肯定判定されると、ステップ S 3 1 5 へ進み、リスクポテンシャル  $RP_c$  および操舵角  $\theta$  に応じた反力調整量  $\Delta T_b = -g_2(RP_c) \cdot |\theta|$  を算出する ( $\Delta T_b < 0$ )。ステップ S 3 1 8 が否定判定されると、ステップ S 3 1 9 に進み、反力調整量  $\Delta T_b = 0$  に設定する。

【 0 1 1 2 】

ステップ S 3 0 7 で、算出した反力調整量  $\Delta T$  を付加して S A T 特性の傾きを変更し、操舵反力  $T$  を制御するように操舵反力制御装置 9 0 に指令を出力する。

【 0 1 1 3 】

このように、以上説明した第 3 の実施の形態においては、つぎのような効果を奏することができる。

シーン 1, 4 のようにカーブの方向とリスクポテンシャル  $RP_c$  の方向が同じ場合には、カーブの方向と同じ操舵方向およびその逆方向に反力調整量  $\Delta T_b$  を付加して操舵反力特性の傾きを変更した。シーン 2, 3 のようにカーブの方向とリスクポテンシャル  $RP_c$  の方向が異なる場合には、カーブの方向と同じ操舵方向の操舵反力特性の傾きは変化させず、逆方向には反力調整量  $\Delta T_b$  を補正して付加し、操舵反力特性の傾きを変更した。これにより、運転者の感覚に沿ってリ

・ スクポテンシャル  $RP_c$  を正確に知らせるとともに、運転者の操作を適切な方向へ促すことができる。さらに、シーン 2, 3 においては、運転者は SAT 特性による操舵反力を感じながらスムーズに走行することができる。

【 0 1 1 4 】

なお、上述した第 2 の実施の形態においては、シーン 2, 3 のようにカーブの方向とリスクポテンシャル  $RP_c$  の方向が異なる場合に、カーブの方向と同じ操舵方向に反力調整量  $\Delta T_a$  を付加した。しかし、カーブの方向と同じ操舵方向には、反力調整量  $\Delta T_a$  を付加しないようにすることもできる。これにより、運転者はカーブ走行中に SAT 特性による操舵反力  $T$  を感じながらスムーズに走行することができる。

【 0 1 1 5 】

上記実施の形態においては、運転者による車両操作機器の操作に影響を与える外乱として、走行抵抗  $RL$ 、あるいはカーブの方向およびリスクポテンシャル  $RP_c$  が発生する方向を用いたが、これには限定されない。運転者が車両操作機器に発生する反力から受ける感覚を検出し、外乱とすることもできる。

【 0 1 1 6 】

例えば、第 1 の実施の形態においては、車両の走行抵抗  $RL$  を算出し、走行抵抗  $RL$  からアクセルペダル 70 の踏み込み状態を予測した。走行抵抗  $RL$  は自車線が上り坂であるか、あるいは下り坂であるかに大きく起因するので、走行抵抗  $RL$  を算出する代わりに、自車線の傾斜状態を検出することもできる。この場合、例えば傾斜計、あるいはナビゲーションシステムからの地図情報に基づいて、上り坂あるいは下り坂を検出する。また、アクセルペダル 70 のストローク量  $S$  の変化から直接、踏み込み状態を予測することもできる。

【 0 1 1 7 】

上記第 1 の実施の形態においては、リスクポテンシャル  $RP$  に対して反力増加量  $\Delta F$  が指数関数的に増加するように設定したが、例えばリスクポテンシャル  $RP$  の増加に対して反力増加量  $\Delta F$  がリニアに増加するように設定することもできる。また、アクセルペダル 70 の踏み込み状態に応じて反力増加量  $\Delta F$  を補正する際に、(式 6) の指数  $n$  を変更したが、例えば定数  $k$  を変更することにより反

力増加量 $\Delta T$ を補正することもできる。

【0118】

上記第2および第3の実施の形態においては、操舵角 $\theta$ から自車線のカーブの方向を検出したが、ナビゲーションシステムからの地図情報や路車間通信等を用いることもできる。

【0119】

上記第2の実施の形態においては、反力調整量 $\Delta T_a$ がリスクポテンシャル $R_{Pc}$ に比例するように設定したが、これには限定されず、例えば反力調整量 $\Delta T_a$ をリスクポテンシャル $R_{Pc}$ に対して指数関数的に増加させることもできる。また、補正量 $H$ を算出する際の補正係数 $h_1(R_{Pc})$ がリスクポテンシャル $R_{Pc}$ に比例するように設定したが、これには限定されない。反力調整量 $\Delta T_a$ および補正係数 $h_1(R_{Pc})$ は、リスクポテンシャル $R_{Pc}$ が大きくなるほどそれぞれが増加するように種々の方法により設定することができる。

【0120】

上記第3の実施の形態においては、反力調整量 $\Delta T_b$ を算出するための係数 $g_2(R_{Pc})$ 、および補正量 $H_1$ を算出するための補正係数 $h_2(R_{Pc})$ がリスクポテンシャル $R_{Pc}$ に比例するように設定したが、これには限定されない。係数 $g_2(R_{Pc})$ および補正係数 $h_2(R_{Pc})$ は、リスクポテンシャル $R_{Pc}$ が大きくなるほどそれぞれが増加するように種々の方法により設定することができる。

【0121】

また、第2および第3の実施の形態において反力調整量 $\Delta T_a$ 、 $\Delta T_b$ を補正する際に補正量 $H$ 、 $H_1$ を算出し、補正量 $H$ 、 $H_1$ を付加して反力調整量 $\Delta T_a$ 、 $\Delta T_b$ を補正した。しかし、これに限定されることなく、例えば反力調整量 $\Delta T_a$ 、 $\Delta T_b$ に所定の係数を積算することにより補正することもできる。

【0122】

なお、上記第1の実施の形態によるアクセルペダル反力制御と、上記第2および第3の実施の形態による操舵反力制御とを組み合わせることで運転者の運転操作を補助することもできる。例えば、外乱の種類に応じてアクセルペダル反力制御ある

・いは操舵反力制御を行ったり、両方の反力制御を同時に行うこともできる。

【0123】

上記実施の形態においては、走行状況認識手段としてレーザレーダ10、車速センサ20、前方カメラ50および舵角センサ92を用い、リスクポテンシャル算出手段としてリスクポテンシャル算出部30A、40Aを用い、反力調整手段および反力補正手段として反力算出／補正部30B、40Bを用い、外乱検出手段として走行抵抗検知部30Dおよび反力算出／補正部40Bを用いた。なお、例えば走行状況認識手段としてレーザレーダ10の代わりに別方式のミリ波レーダ等を用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。

【図2】 第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置を搭載した車両の構成図。

【図3】 ペダル踏み込み状態に応じた、反力増加量とペダル反力から受ける運転者の感覚との関係を示す図。

【図4】 (a) 走行抵抗とペダル踏み込み状態毎の頻度との関係を示す図、(b) ～ (d) 走行抵抗に応じたアクセルペダル反力制御の概要を示す図。

【図5】 走行抵抗毎の反力増加量とリスクポテンシャルとの関係を示す図。

【図6】 第1の実施の形態によるペダル反力制御の処理手順を示すフローチャート。

【図7】 走行抵抗毎のストローク量とペダル反力との関係を示す図。

【図8】 本発明の第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。

【図9】 第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置を搭載した車両の構成図。

【図10】 (a) (b) 第2の実施の形態による操舵反力制御の基本原理を説明する図。

【図11】 (a) (b) 第2の実施の形態による操舵反力制御の基本原理を説

明する図。

【図 1 2】 (a) ~ (c) シーン 1 における操舵反力制御を説明する図。

【図 1 3】 リスクポテンシャルに対する反力調整量の特性を示す図。

【図 1 4】 (a) ~ (c) シーン 2 における操舵反力制御を説明する図。

【図 1 5】 リスクポテンシャルに対する補正係数の特性を示す図。

【図 1 6】 (a) ~ (c) シーン 3 における操舵反力制御を説明する図。

【図 1 7】 (a) ~ (c) シーン 4 における操舵反力制御を説明する図。

【図 1 8】 第 2 の実施の形態による操舵反力制御の処理手順を示すフローチャート。

【図 1 9】 (a) (b) 第 3 の実施の形態による操舵反力制御の基本原理を説明する図。

【図 2 0】 (a) (b) 第 3 の実施の形態による操舵反力制御の基本原理を説明する図。

【図 2 1】 (a) ~ (c) シーン 1 における操舵反力制御を説明する図。

【図 2 2】 リスクポテンシャルに対する反力係数の特性を示す図。

【図 2 3】 (a) ~ (c) シーン 2 における操舵反力制御を説明する図。

【図 2 4】 リスクポテンシャルに対する補正係数の特性を示す図。

【図 2 5】 (a) ~ (c) シーン 3 における操舵反力制御を説明する図。

【図 2 6】 (a) ~ (c) シーン 4 における操舵反力制御を説明する図。

【図 2 7】 第 3 の実施の形態による操舵反力制御の処理手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

1 0 : レーザレーダ

2 0 : 車速センサ

3 0, 4 0 : コントローラ

5 0 : 前方カメラ

6 0, 9 1 : サーボモータ

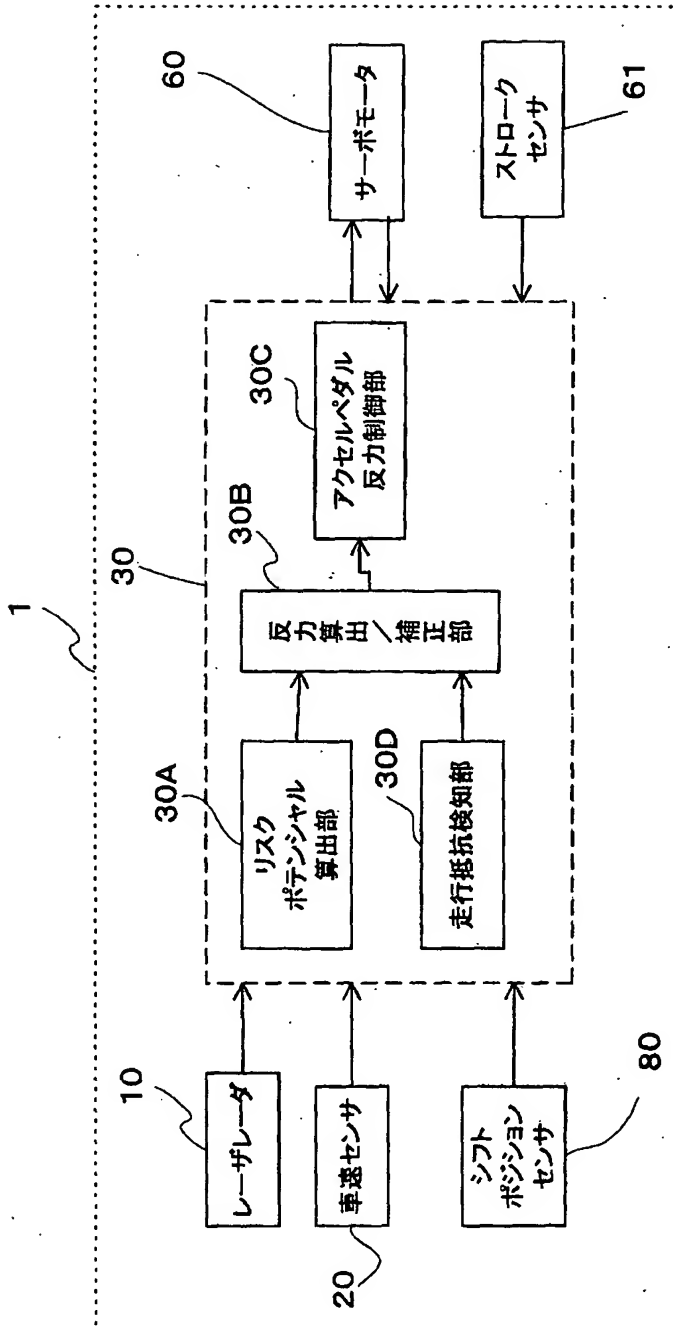
7 0 : アクセルペダル

9 0 : ステアリングホイール

【書類名】

図面

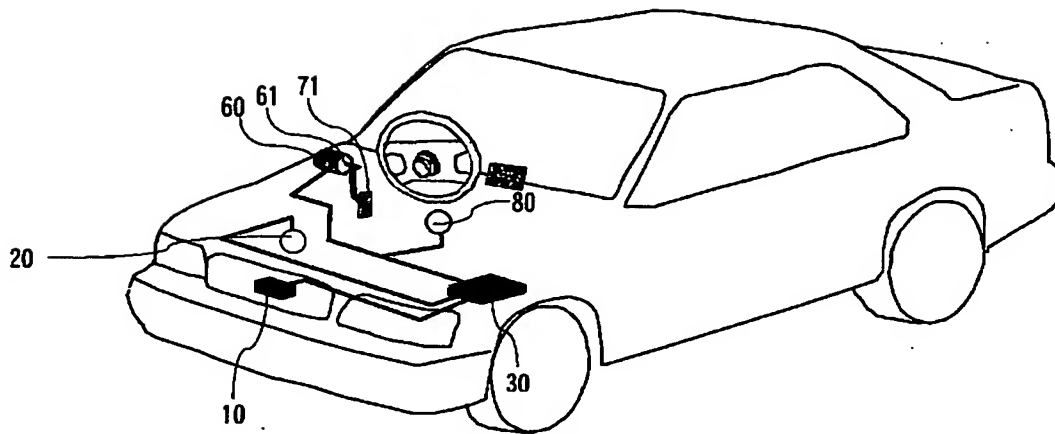
【図1】



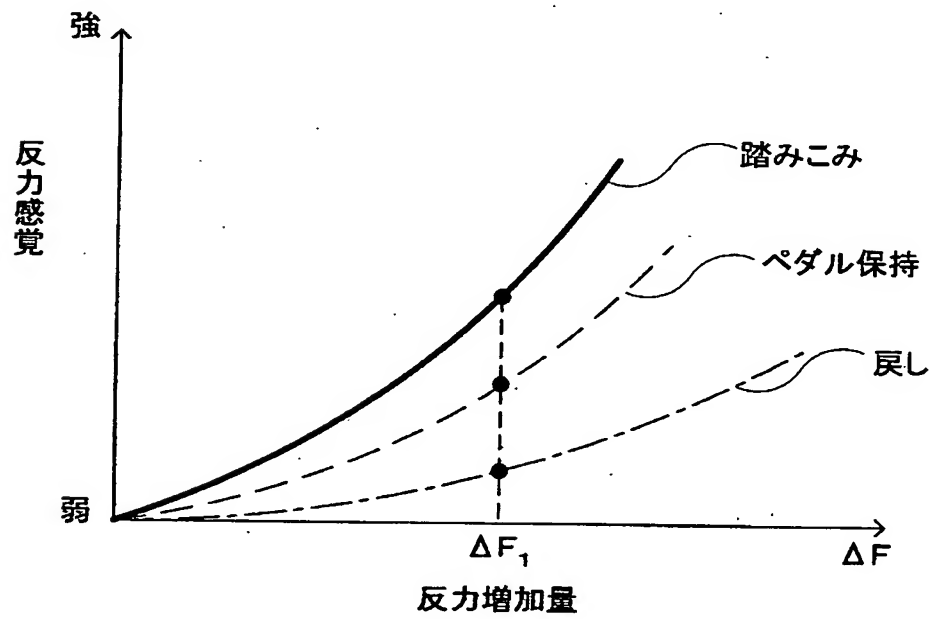
【図1】

【図2】

【図2】



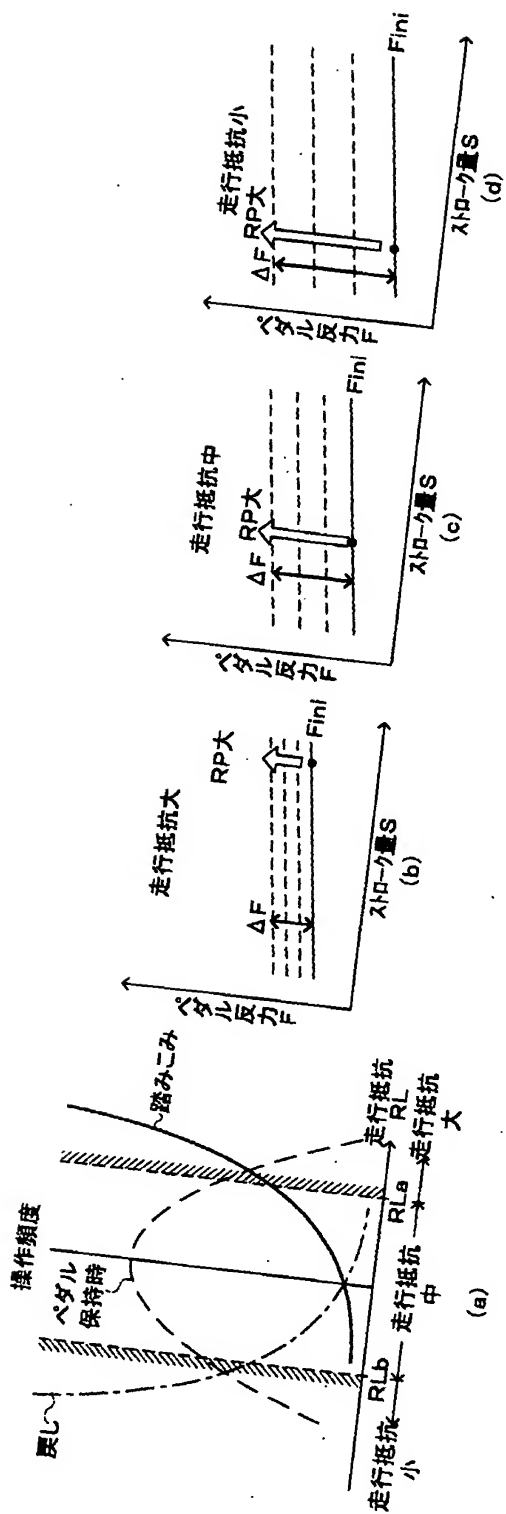
【図3】



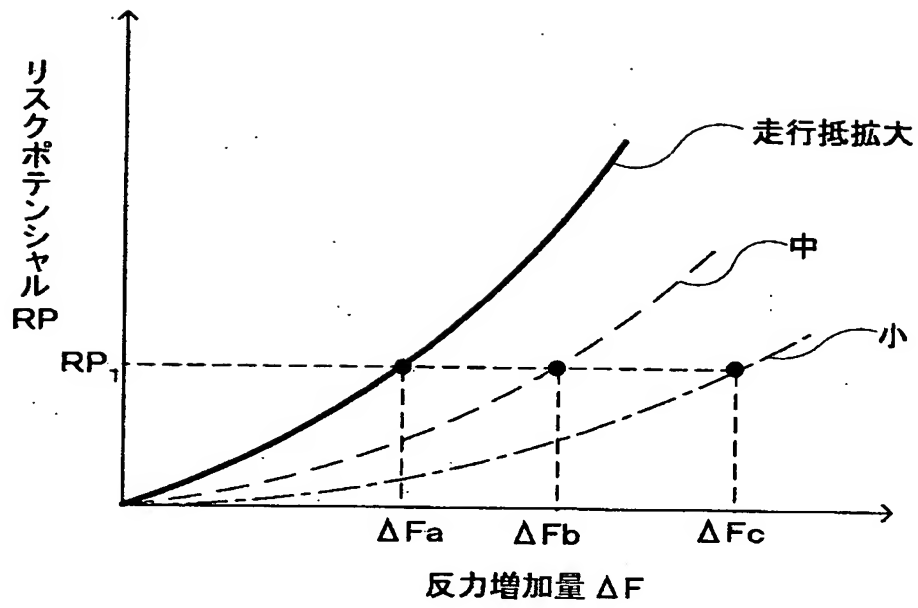
【図3】

【図4】

【図4】

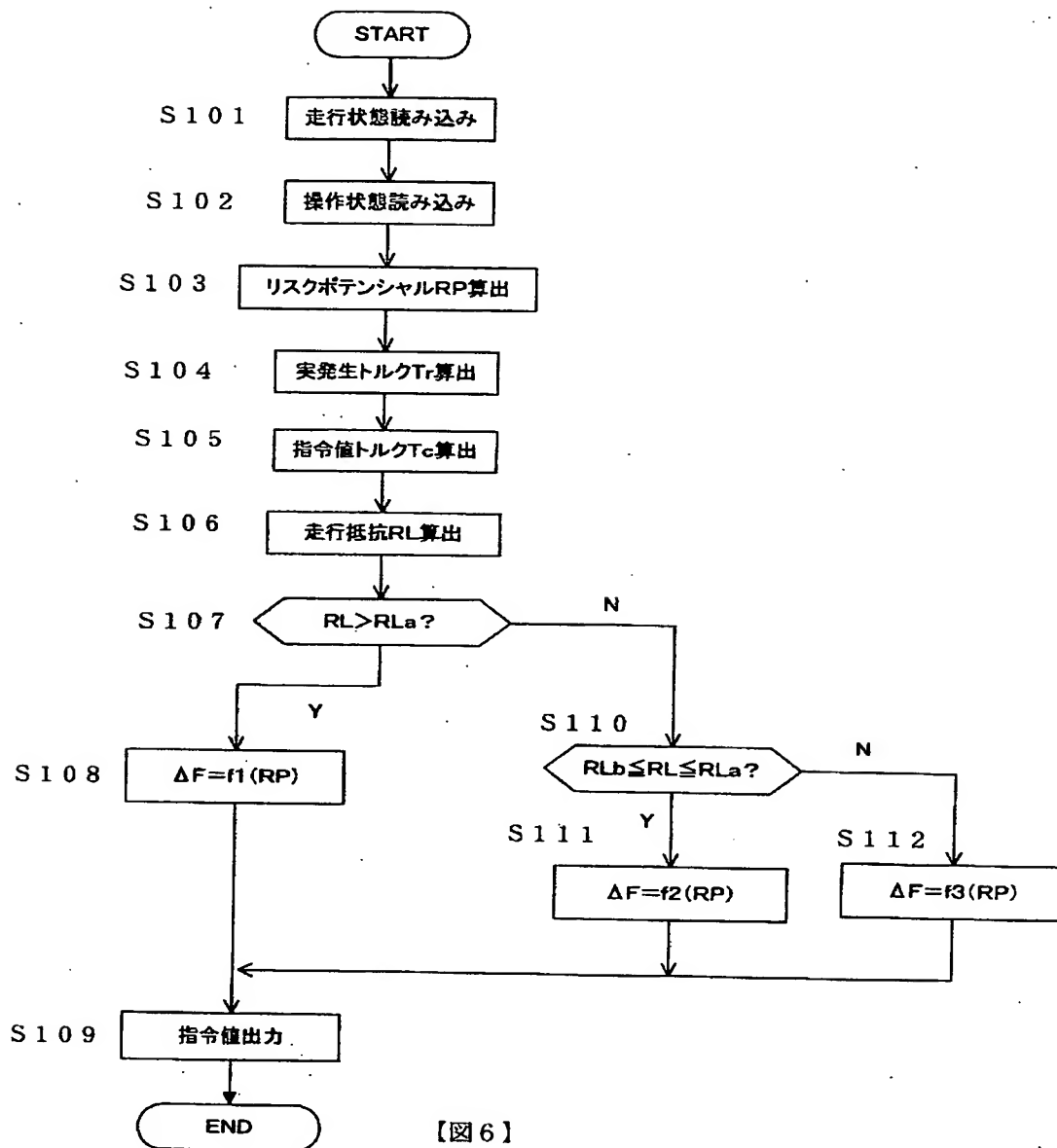


【図 5】



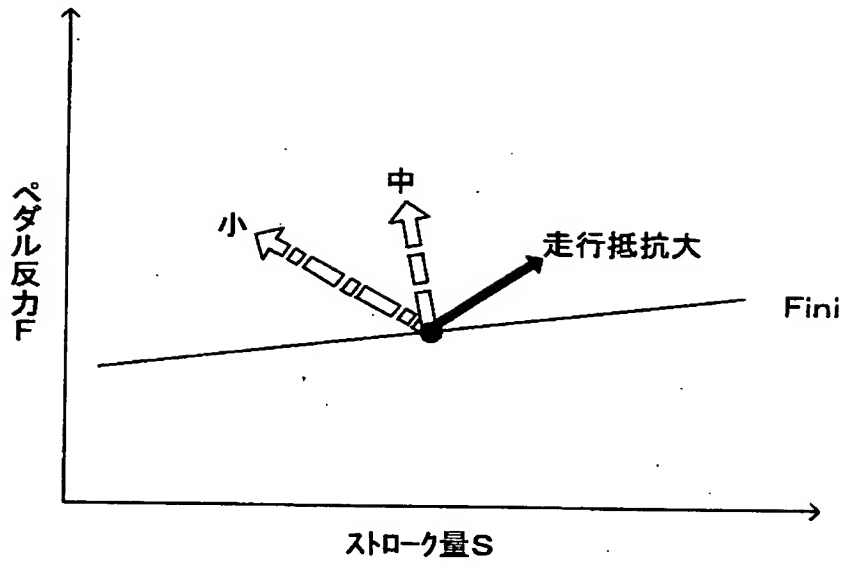
【図5】

【図 6】

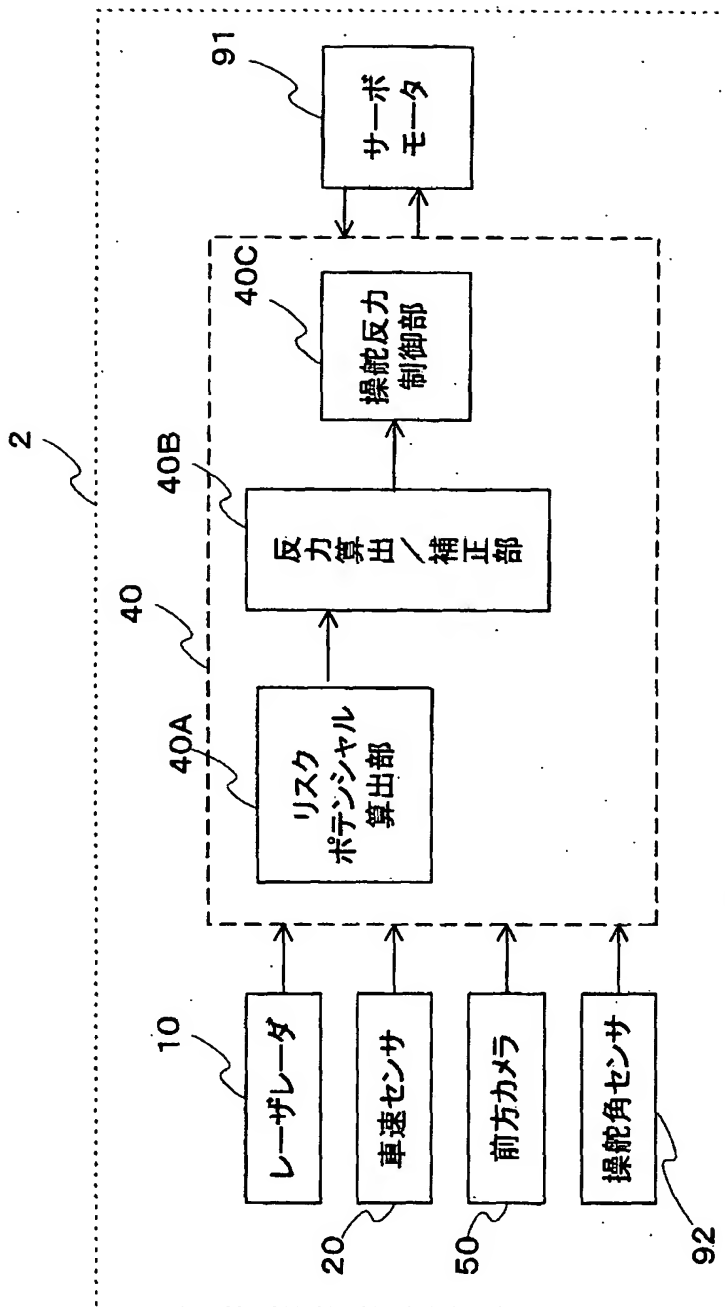


【図 7】

【図 7】



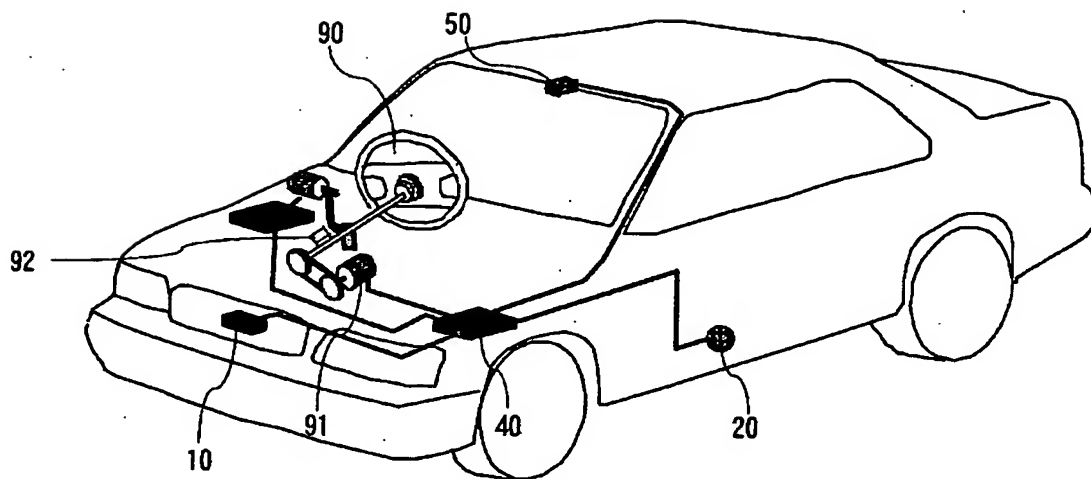
【図8】



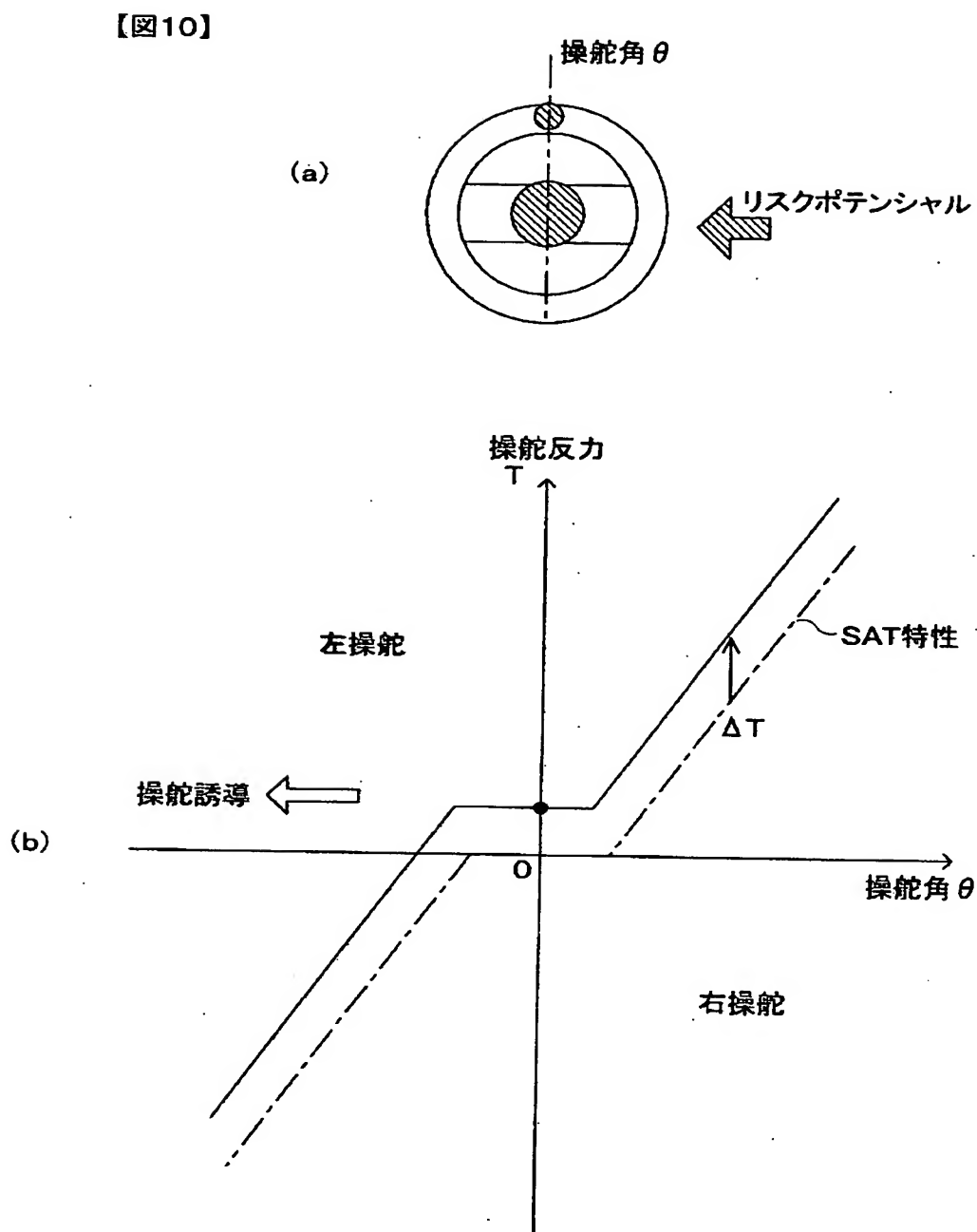
【図8】

【図9】

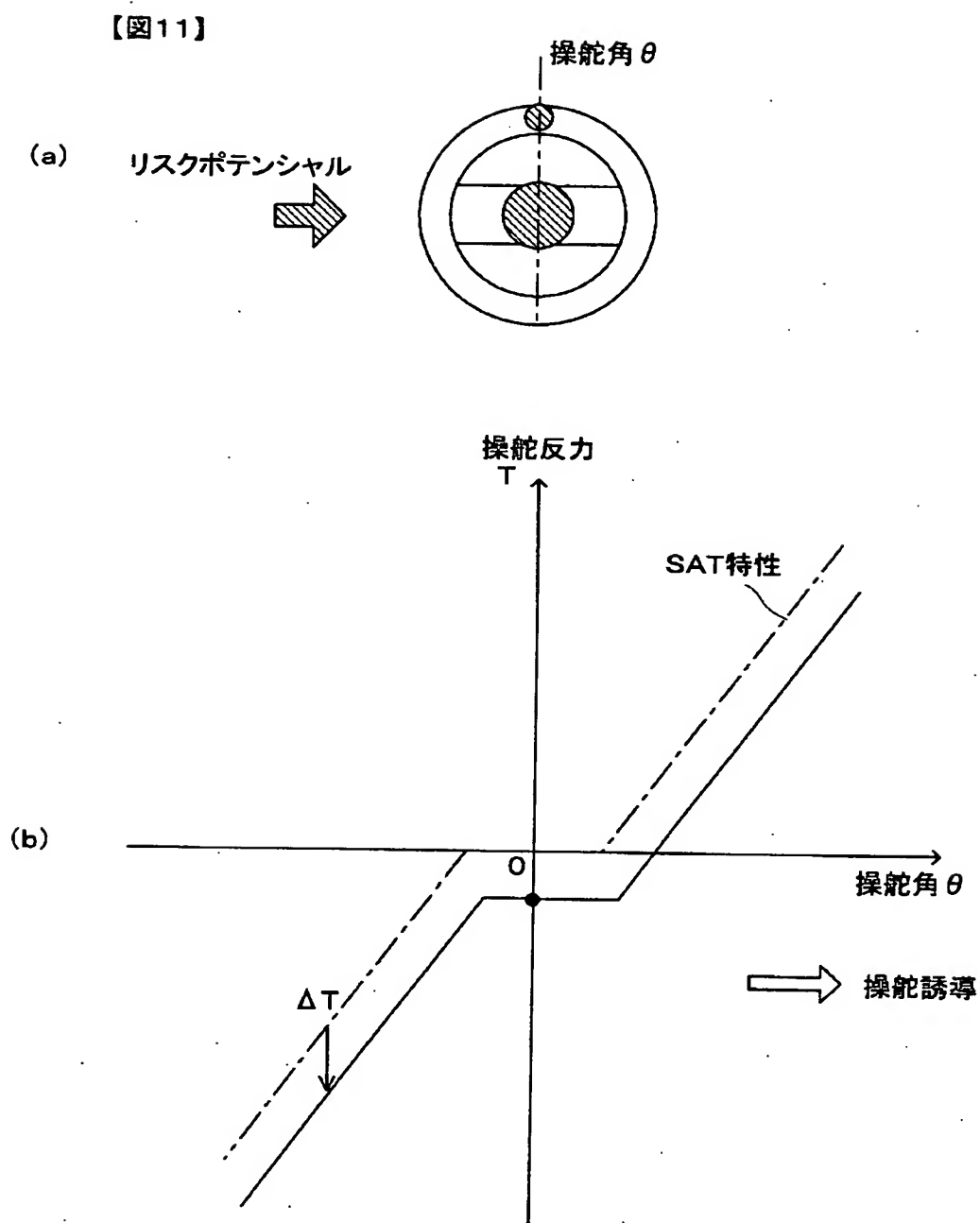
【図9】



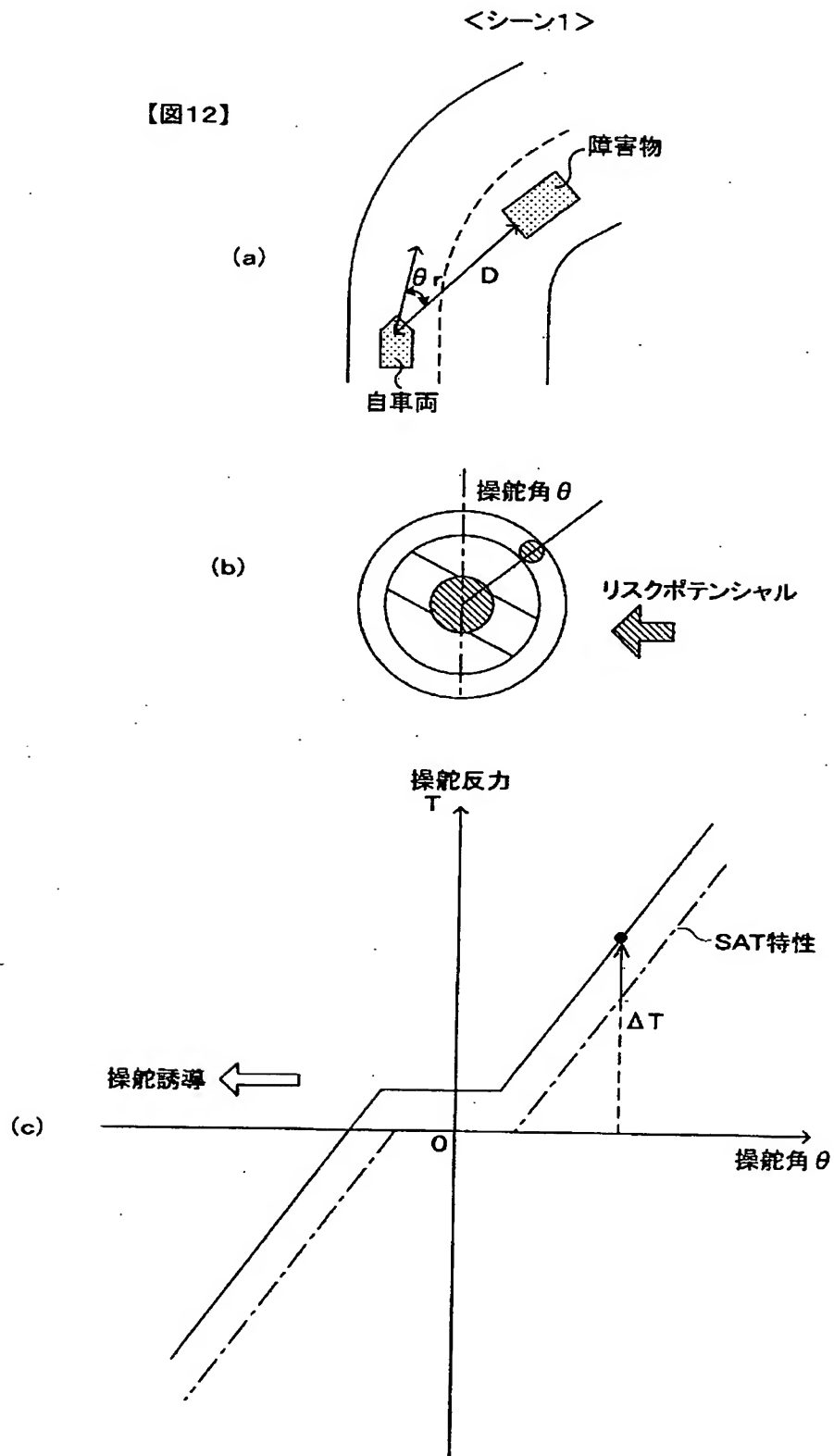
【図10】



【図 11】

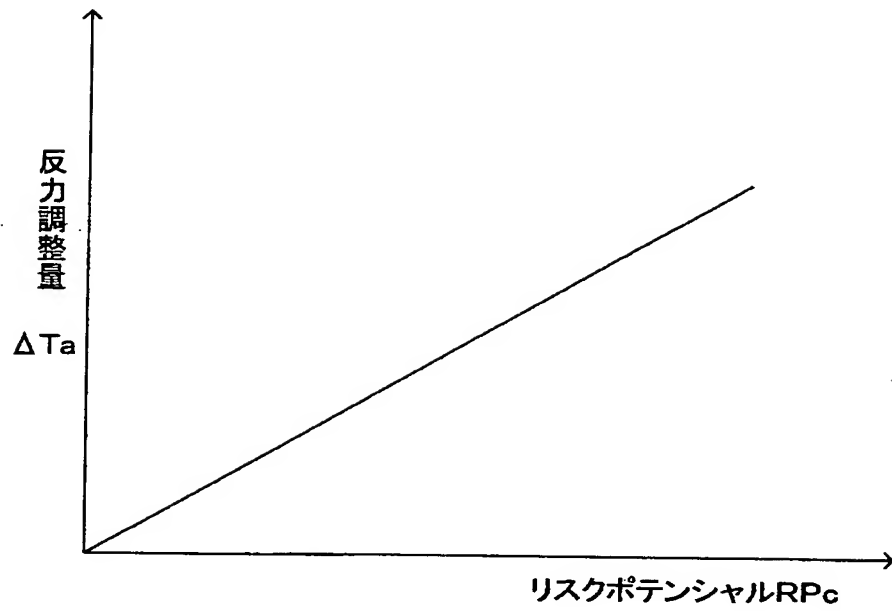


【図12】

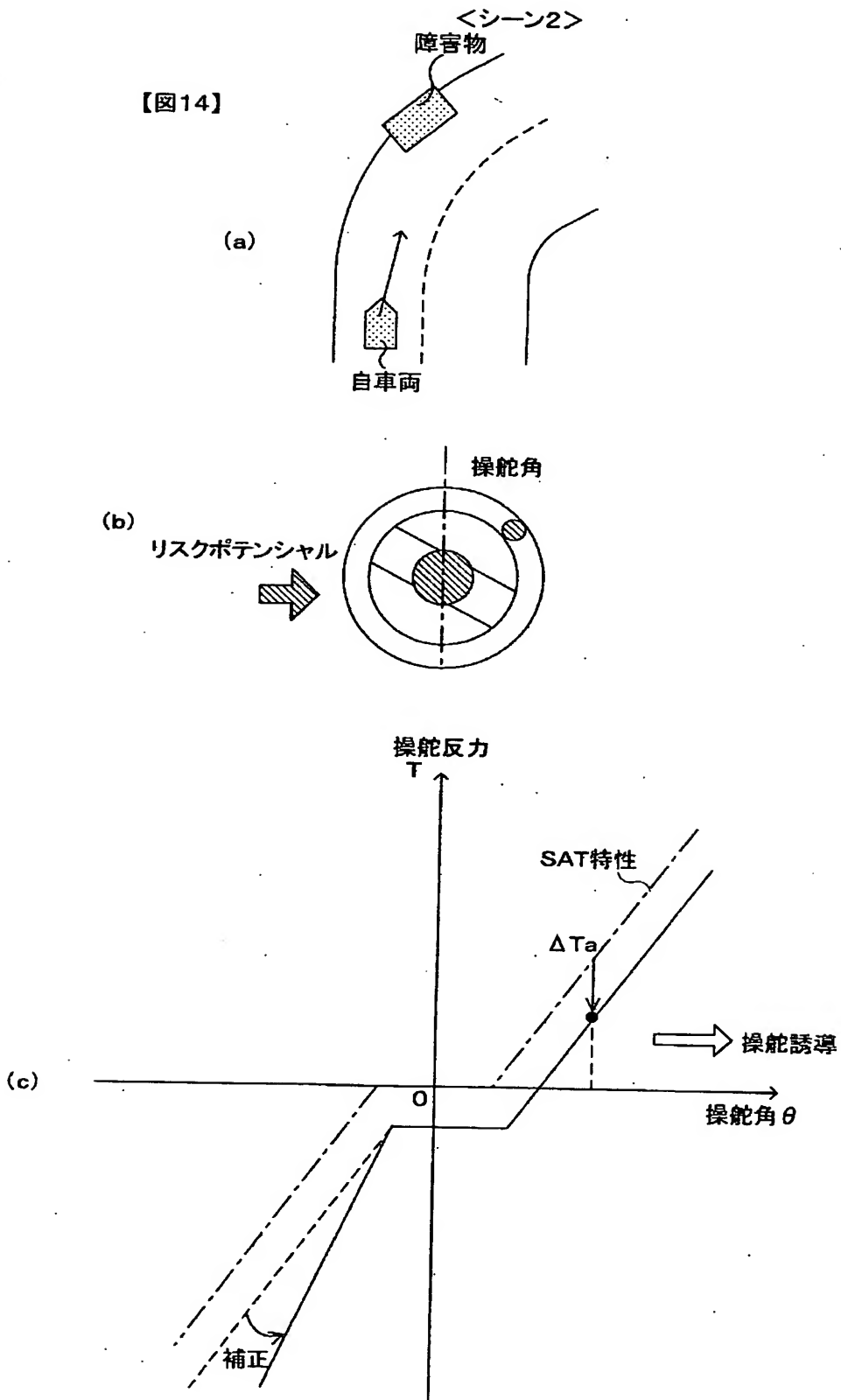


【図13】

【図13】

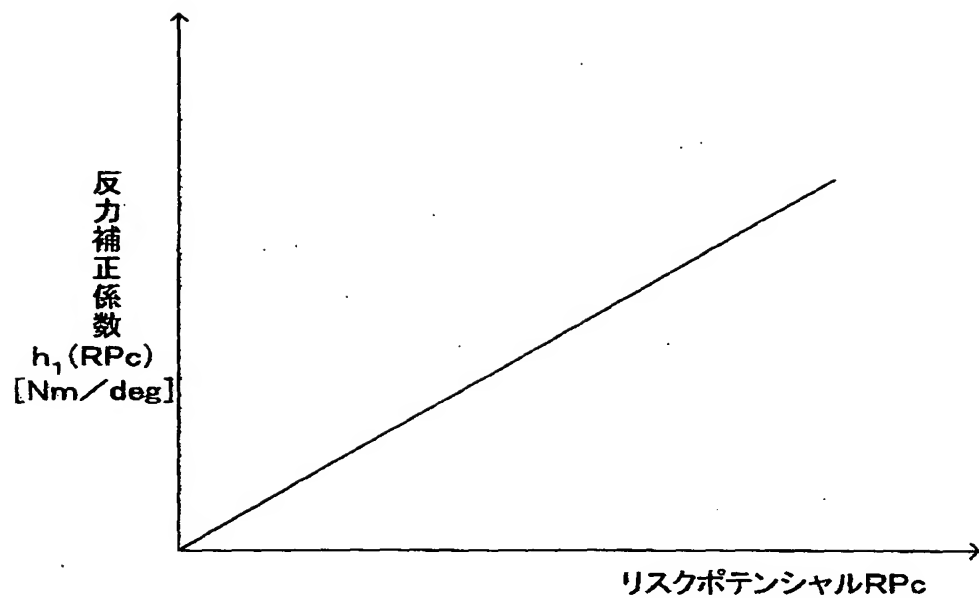


【図14】

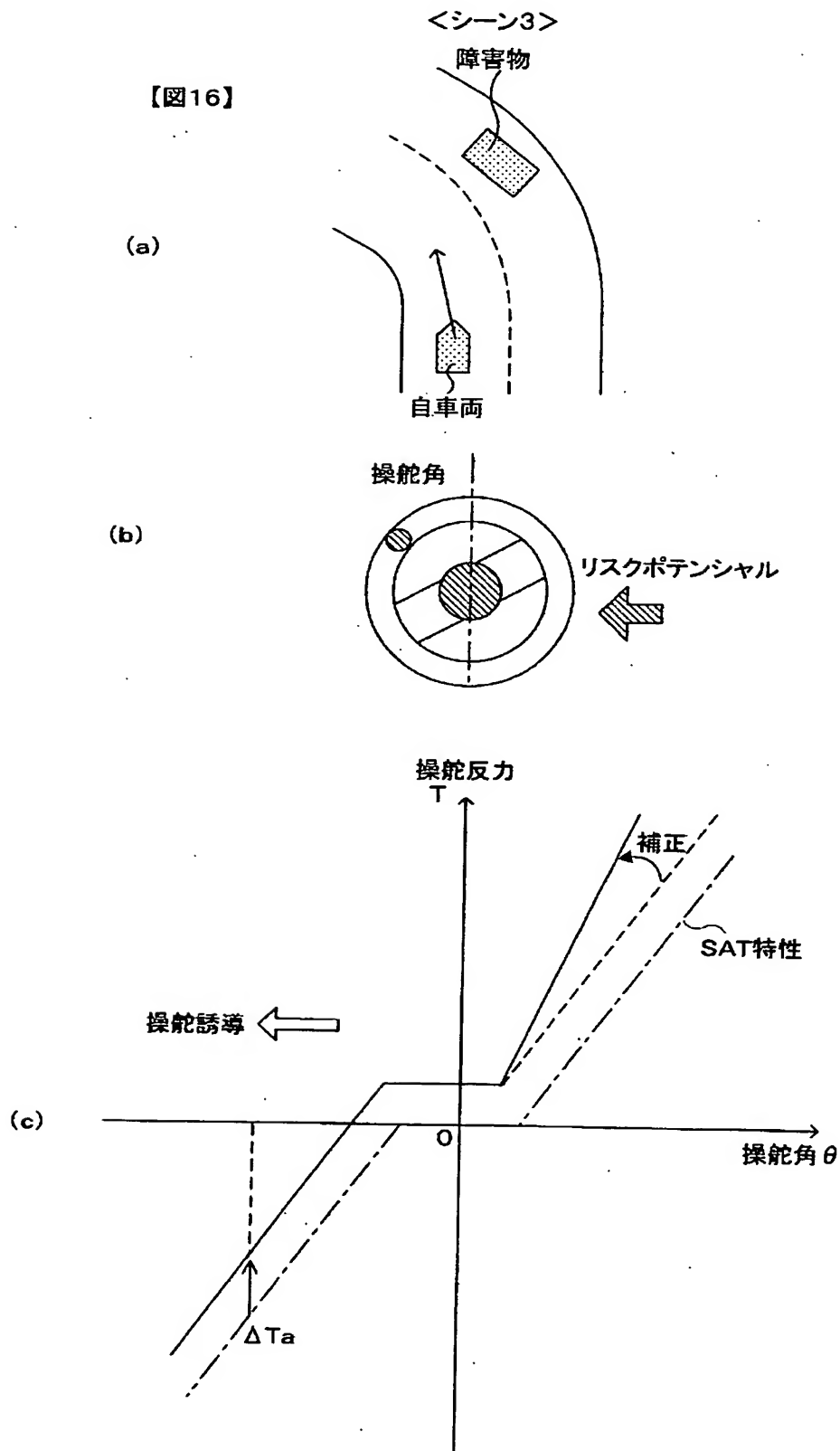


【図15】

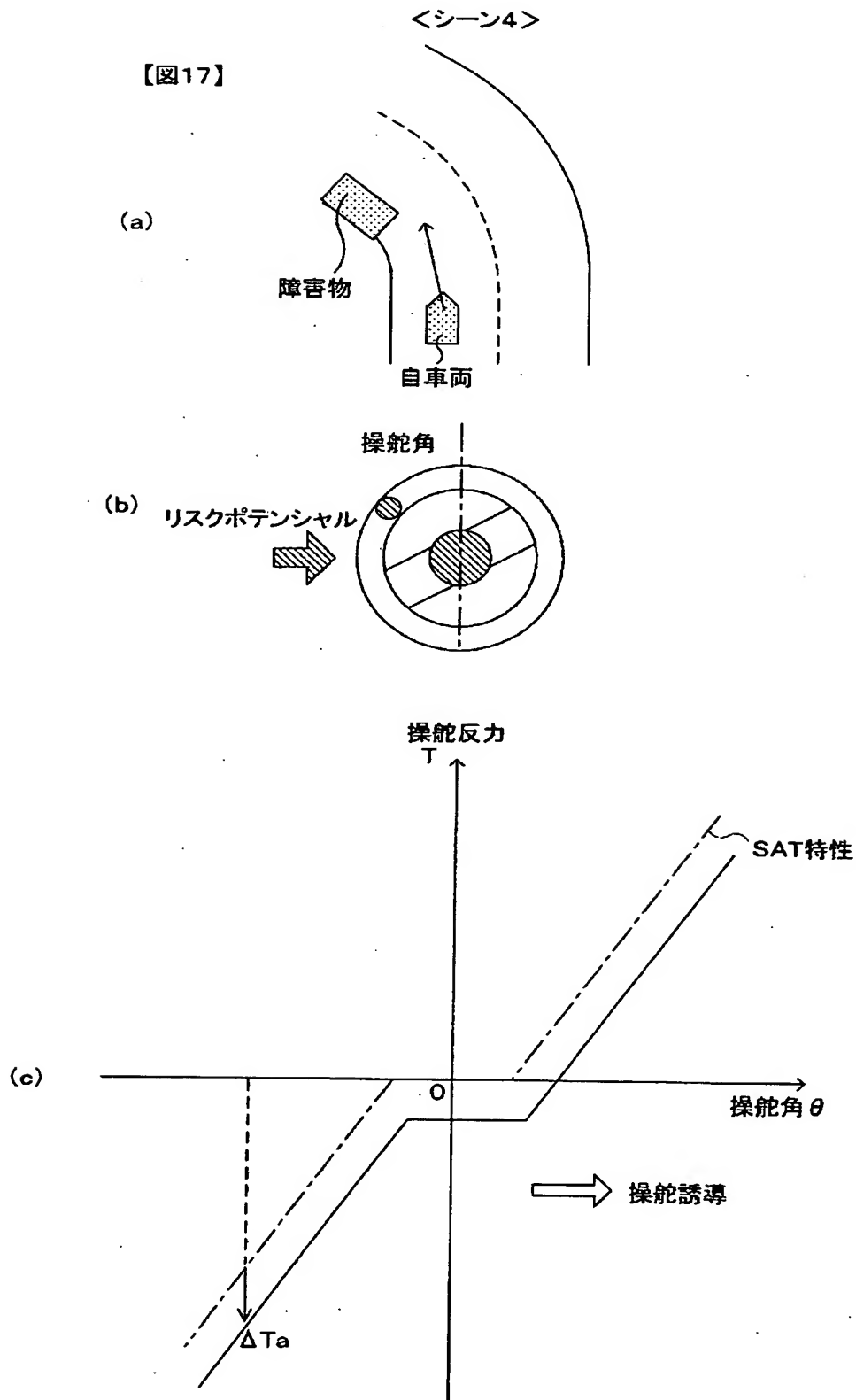
【図15】



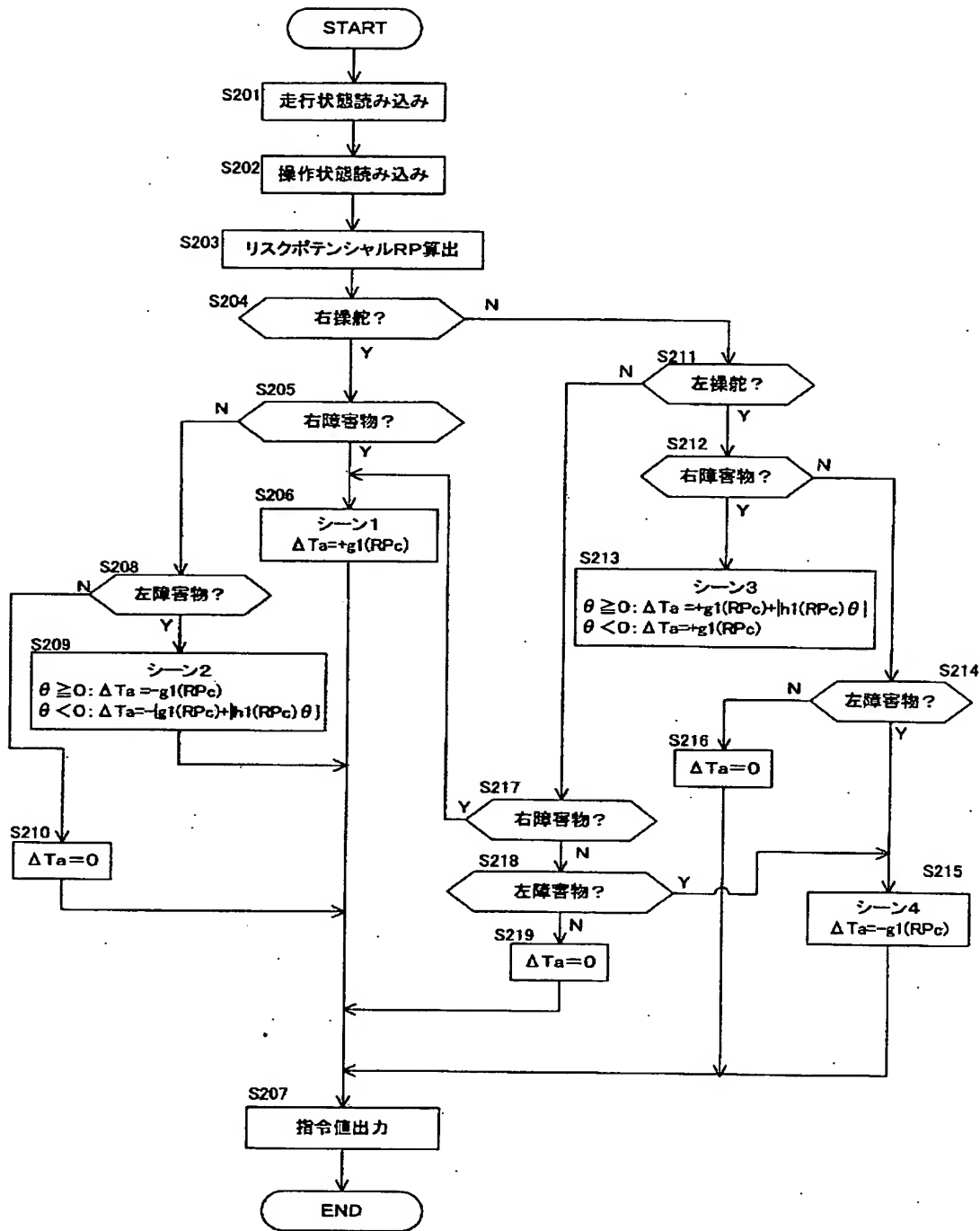
【図16】



【図17】



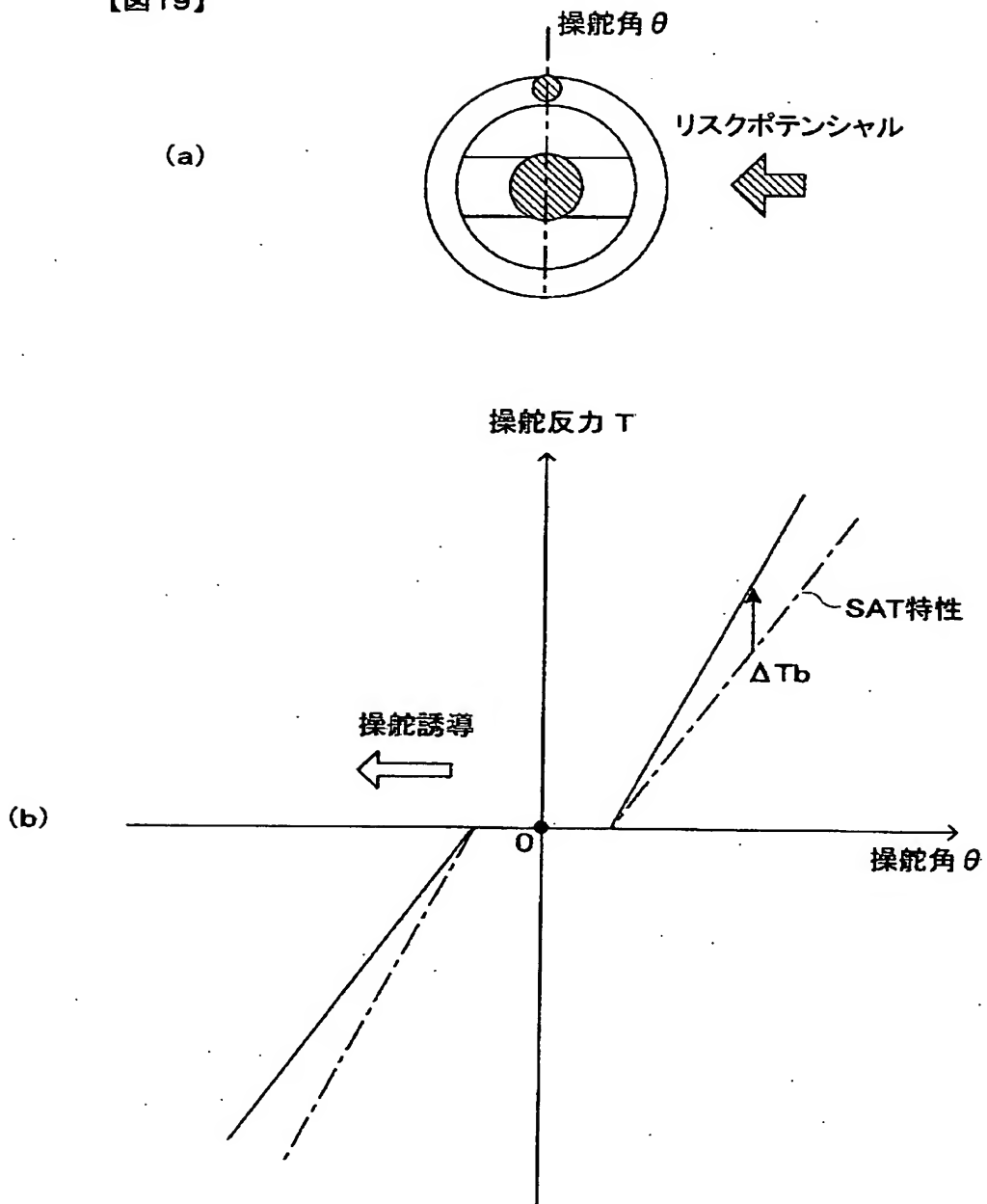
【図 18】



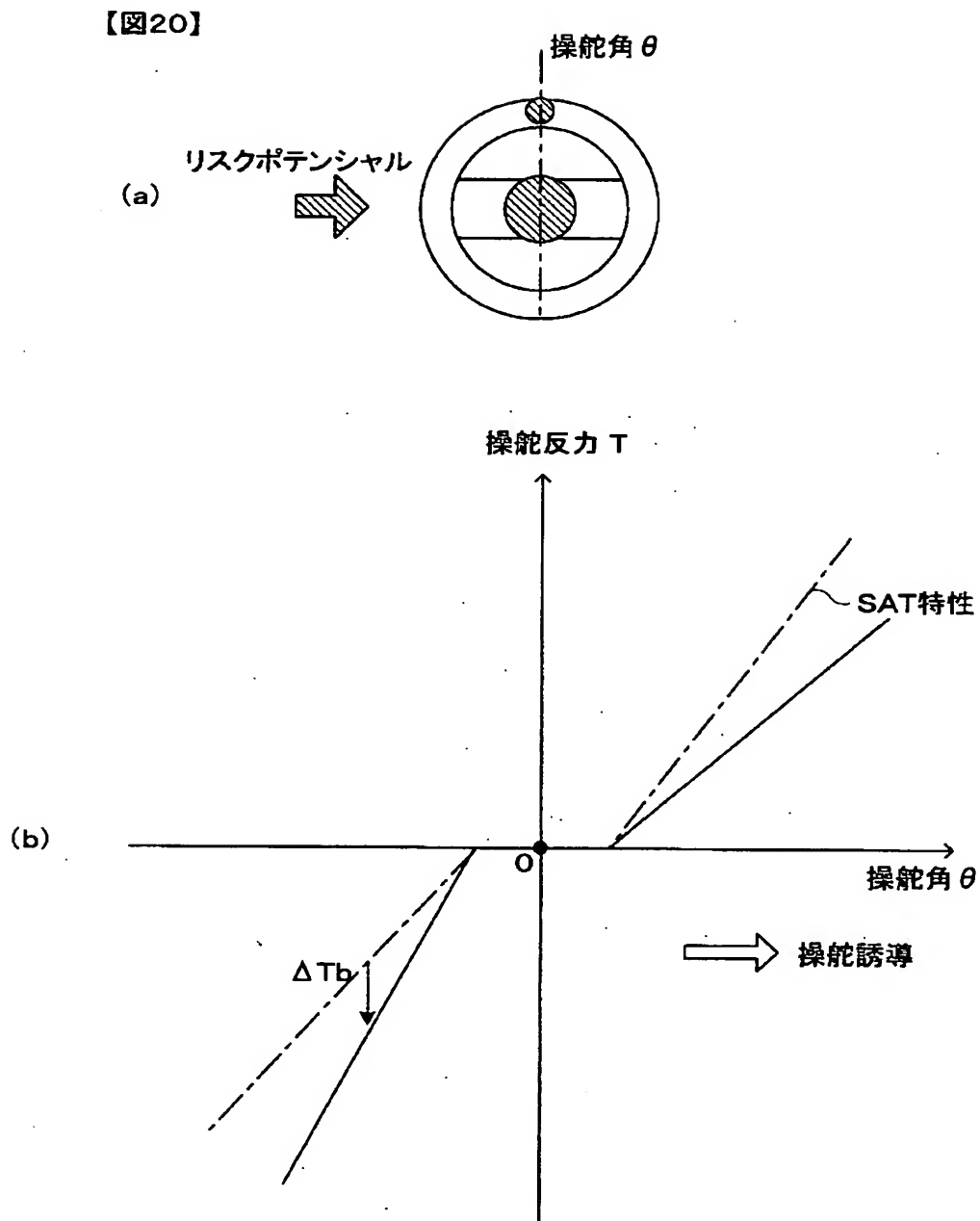
【図 18】

【図 1 9】

【図19】

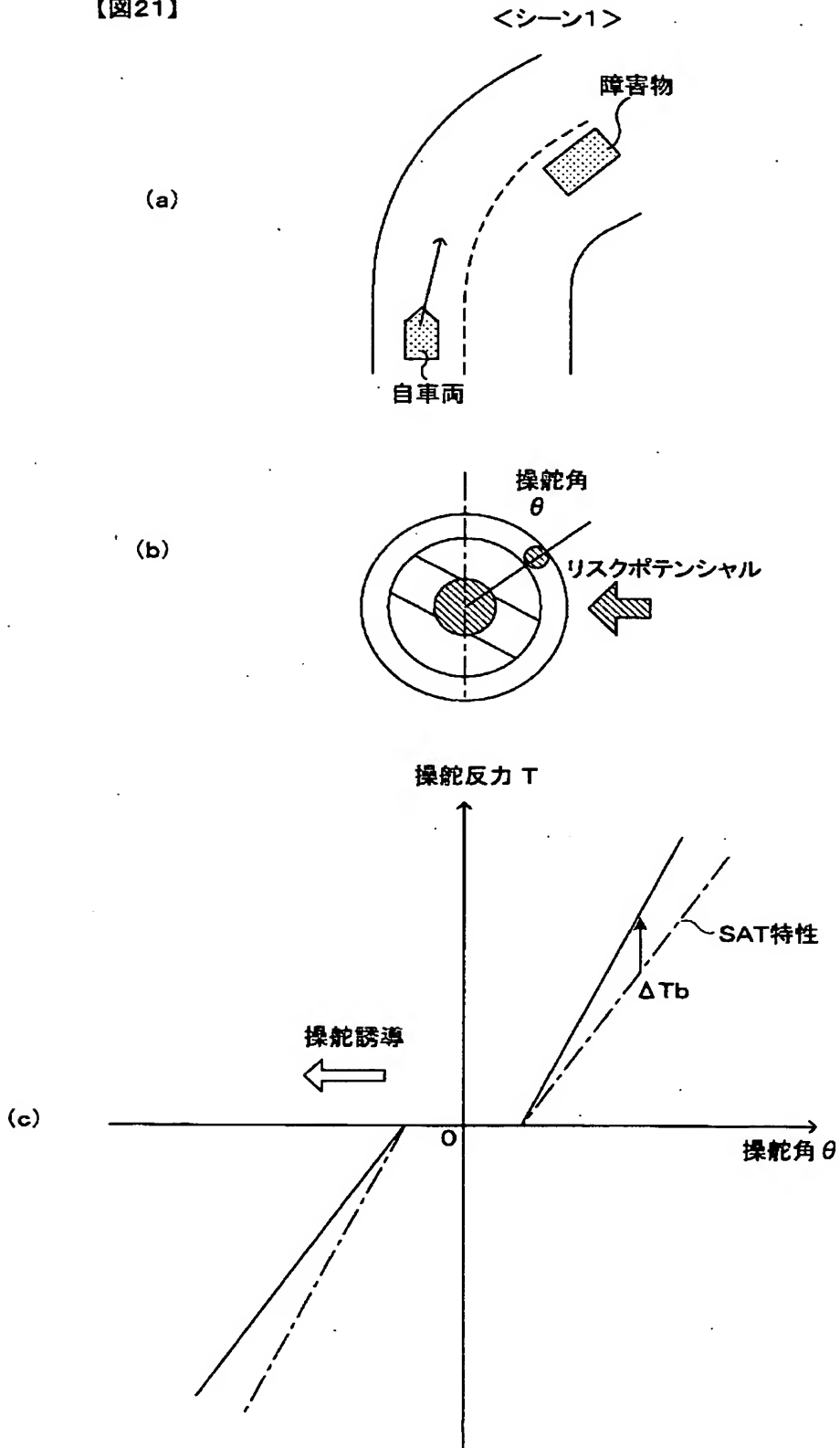


【図 2 0】



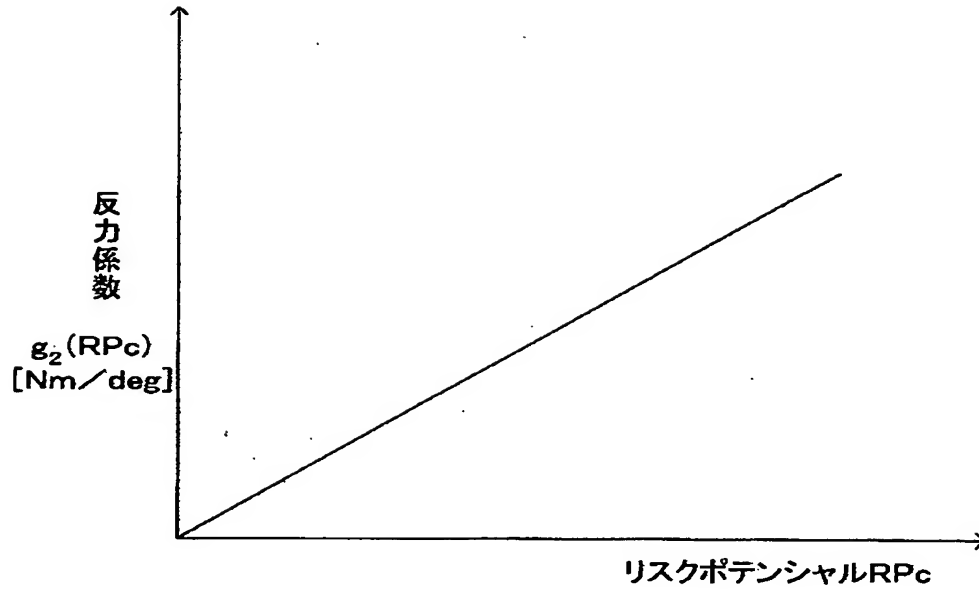
【図 2 1】

【図21】

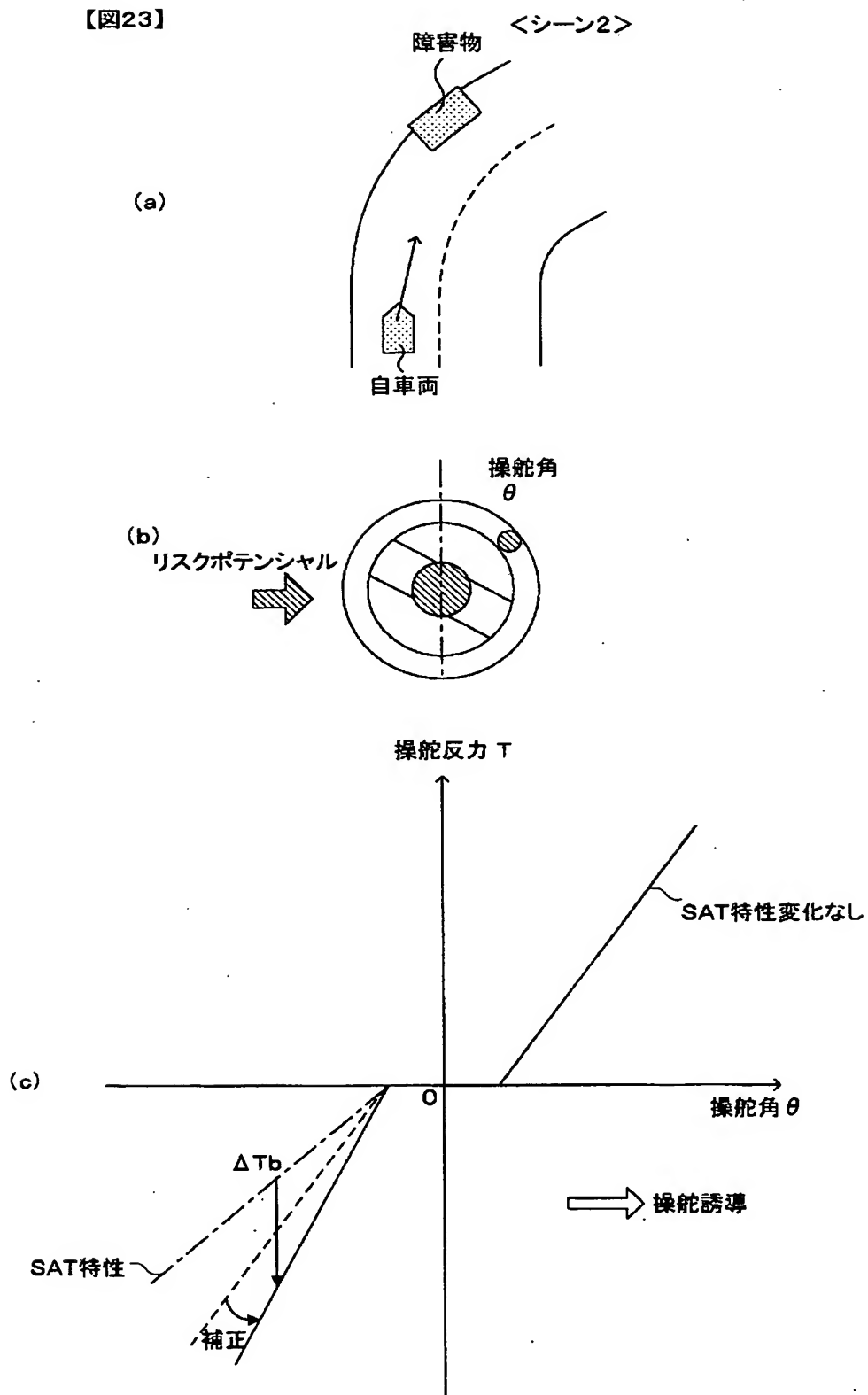


【図 2 2】

【図22】

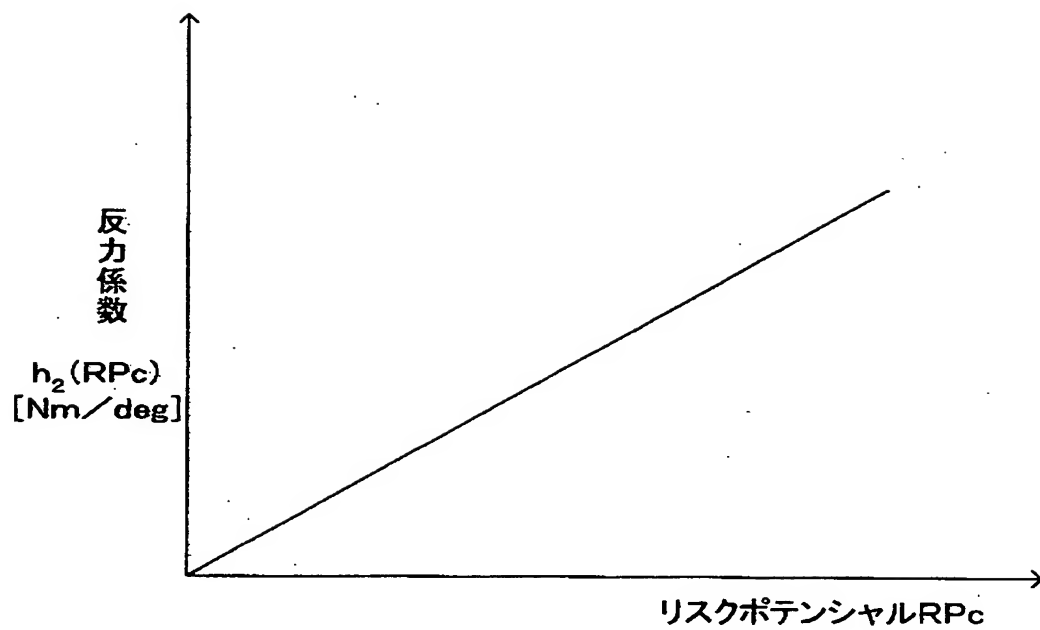


【図 23】



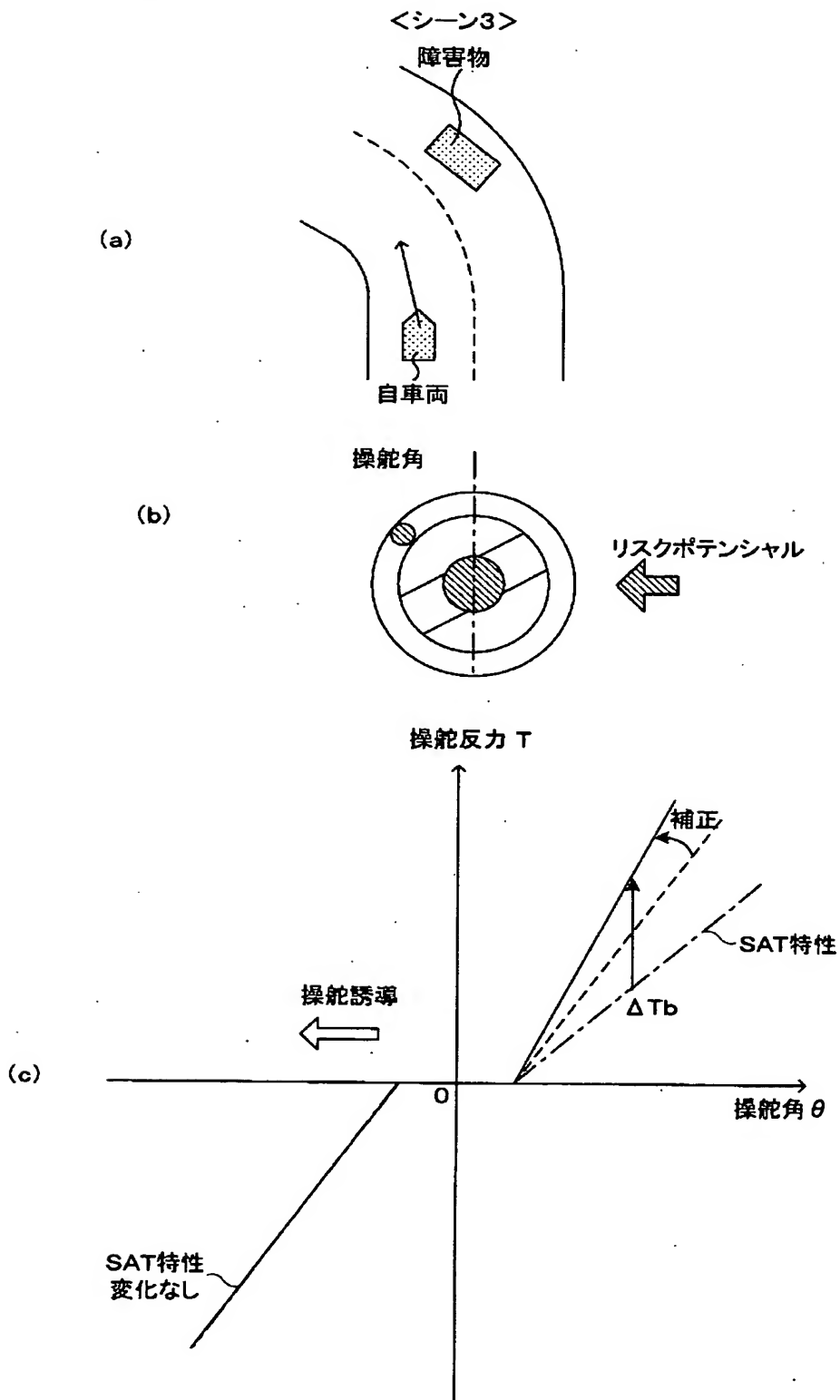
【図 2 4】

【図24】

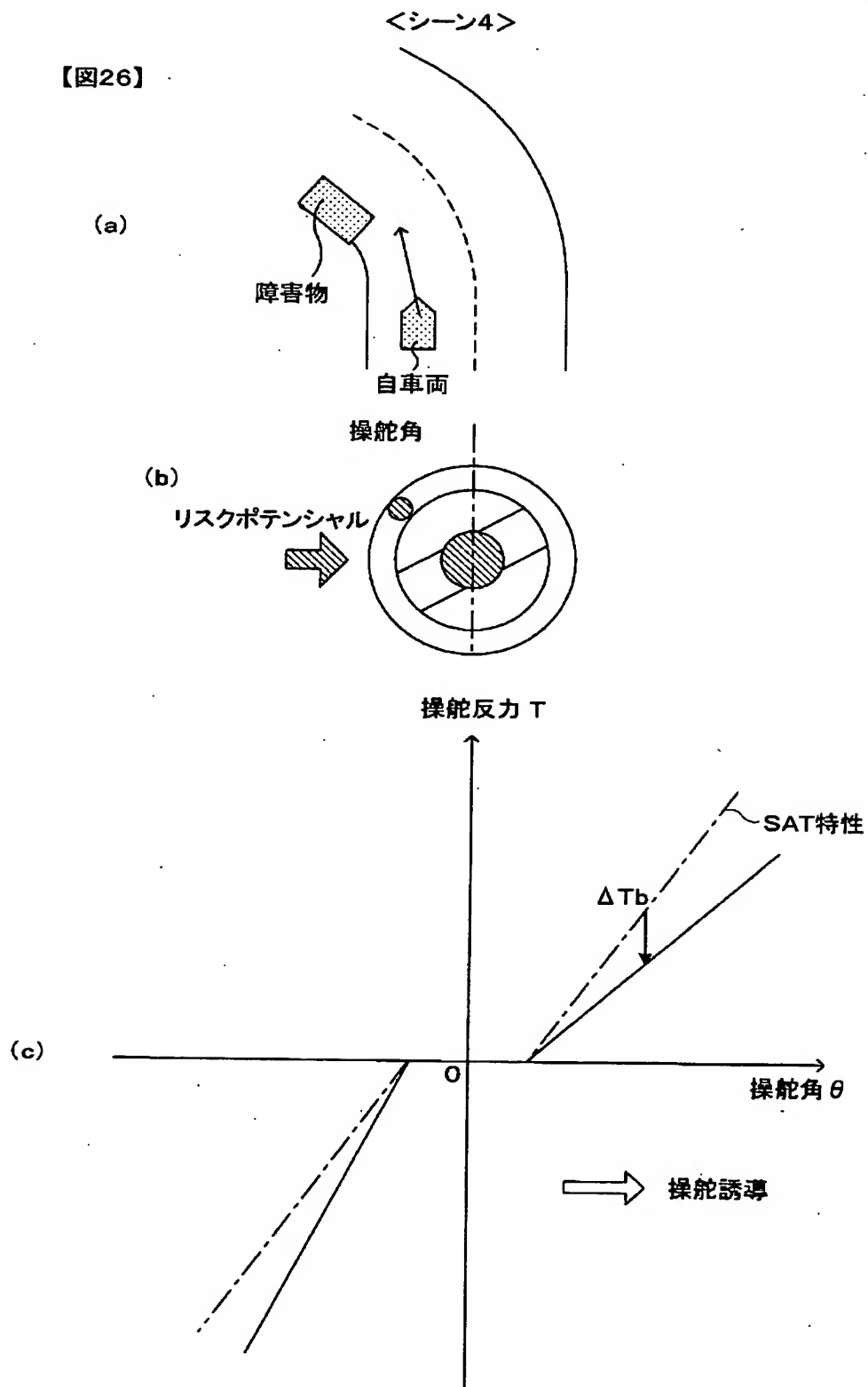


【図 2 5】

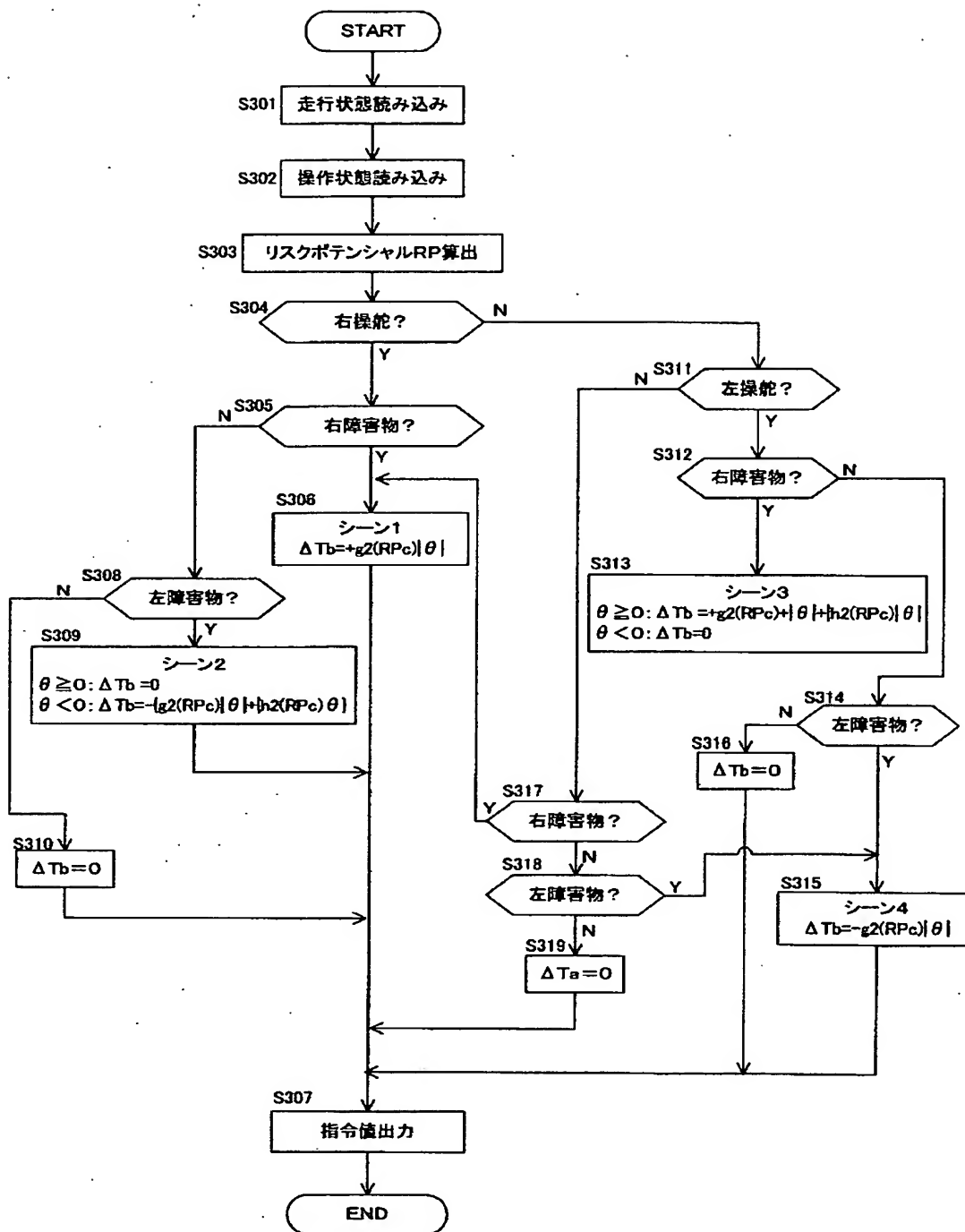
【図25】



【図 2 6】



【図 27】



【図 27】

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

運転者の感覚に沿ってリスクポテンシャルを正確に知らせ、運転者の操作を補助することができる車両用運転操作補助装置を提供する。

【解決手段】

車両状態および車両周囲の走行環境を検出する走行状況認識手段 1 0, 2 0 と、走行状況認識手段 1 0, 2 0 の検出結果に基づいて自車両周囲のリスクポテンシャルを算出するリスクポテンシャル算出手段 3 0 A と、リスクポテンシャル算出手段 3 0 によって算出されるリスクポテンシャルに基づいて、車両操作機器 7 0 の反力特性を調整する反力調整手段 3 0 B と、運転者による車両操作機器 7 0 の操作に影響を与える外乱を検出する外乱検出手段 3 0 D と、外乱検出手段 3 0 D の検出結果に基づいて、反力調整手段 3 0 B で調整する車両操作機器 7 0 の反力特性を補正する反力補正手段 3 0 B とを有する。

【選択図】 図 1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 7 1 1 4 4	
受付番号	5 0 2 0 1 3 9 3 6 1 4	
書類名	特許願	
担当官	第三担当上席	0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年	9 月 1 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 9月18日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地
氏 名	日産自動車株式会社